IDE FAO: FORÊTS 36

technologie fondamentale dans les opérations forestières

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome 1982

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-30
ISBN 92-5-201260-5

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie), en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1982

TABLE DES MATIERES

	Pages
PREFACE	1
INTRODUCTION	3
Modèle de développement	3
Technologies forestières appropriées - applications pratiques	5
Les cinq machines fondamentales	5
OUTILS TRANCHANTS	9
La hache	9
Les fers de hache	9
a. Forme et applications	9
b. Fabrication	10
c. Aiguisage	14
d. Meules	15
e. Limes	18
Manches de hache	19
a. Modèles	19
b. Emmanchement des manches neufs	22
c. Remplacement des manches	24
Les scies	25
Les passe-partout	25
a. Entretien des scies passe-partout	28
b. Appareils à affûter les scies	29
c. Manches de passe-partout	31
Sciage de long	32
Scies à bûches	34
a. Egalisateurs de dents pour lames de scies à bûche	36
b. Outils d'avoyage	37
Chevalets de sciage	38
Chevalet à planer	39

Pages

Les coins 39

Coins d'abattage, de tronçonnage et de sciage en long 39
Coins à fendre 40

Masses et maillets 41

Couteaux à débroussailler et machettes 43

Outils à écorcer 45

Outils pour l'annélation 51

LEVIERS, CROCHETS ET PINCES 53

Abattage 53

Arbres encroués 54
Déplacement et roulement des grumes et des arbres 55
Crochets à grumes et crochets à main 58
Sapis 59
Pinces à grumes et crochets doubles 60

EXTRACTION 63

Déplacement et transport de charges lourdes sans équipement 63
Jougs 64
Bottelage du bois de chauffage 65
Brouette 66
Traîneaux 67
Arches de débardage à main 69
Portage du bois 71
Kuda-Kuda et roulage 72
Chemin de fer à voie étroite 74
Voies de poteaux 75
Rampe de débardage 76
Glissoirs à grumes 77

Déplacement de charges au moyen d'animaux 78

Harnais de tirage 78
Arches et traîneaux de débardage 80
Pinces de débardage 83
Cônes et pelles de débardage 84
Triqueballes 86
Débardage avec des boeufs 87

Débardage au câble 90

Pages

EMPILAGE ET CHARGEMENT 93

Monte-billes à empiler 93
Chargement des grumes 94

Chargement d'un camion au moyen d'un câble et d'une poulie simple 96

Utilisation des pinces à grumes pour ancrer les chargeurs ou les débardeurs 99

TRANSPORT 101

Transport sur terre 101

Routes temporaires - routes en bois 101
Plaques de débardage 103
Chemins de rondins 104
Roues en bois 104
Tendeur de chargement 105
Méthode simple de levage d'un camion 107
Procédé de démarrage de charges lourdes 108

Transport par eau 108

Moyens d'assemblage des grumes flottantes en radeaux 108
Gaffe 109

METALLURGIE FONDAMENTALE ET FORGEAGE 111

Forges et soufflets 116
Enclumes 119

DIVERS 121

Appareil à battre les piquets 121
Appareil à battre les pieux 121
Plaques de métal pour assembler les chaînes 122
Déplacement de lourdes pierres 122
Sciage de planches avec une scie à chaîne 123
Arrachage de souches 124

BIBLIOGRAPHIE 125

P R E F A C E

Ce Manuel de Technologie fondamentale dans les opérations forestières traite de la fabrication et de l'utilisation des outils et appareils destinés à réduire la dépense d'énergie physique et augmenter la productivité dans les travaux forestiers à fort coefficient de main-d'oeuvre.

Le but recherché est de rendre le travail plus aisé, de développer l'autonomie au niveau de la communauté et de diminuer la dépendance vis-à-vis des monnaies étrangères. Il ne s'agit en aucun cas de défendre ou d'encourager des opérations pénibles à forte intensité de main-d'oeuvre.

Ce manuel est avant tout destiné aux propriétaires de forêts et à ceux qui y travaillent (Associations de propriétaires forestiers, entrepreneurs indépendants, surveillants et contre-maîtres d'exploitation); personnel de vulgarisation (Corps de la Paix, spécialistes de la vulgarisation, écoles de formation professionnelle); fabricants d'outils (Ateliers d'outillage, ateliers de forgerons, etc.).

La FAO attache une grande importance à ces activités d'éducation et de formation en tant que moyen de transfert des connaissances et de la technologie aux pays en développement.

Le manuel est écrit dans un langage clair et simple et tente d'expliquer autant que possible au moyen de nombreuses illustrations les modèles et l'utilisation des outils. Il est publié en anglais, français et espagnol.

Cette publication a été possible grâce à une contribution de la Suède selon le programme de coopération FAO/SIDA (GCP/INT/343/SWE).

La première version a été préparée par Ross Silversides, Canada, en collaboration avec Gunnar Segerström, de la Sous-Division des transports et de l'exploitation forestière de la FAO. Bernt Strehlke, BIT, Klaus Virtanen, Finlande et Jørgen von Ubisch, Tanzanie ont donné leurs conseils. Les illustrations sont l'oeuvre d'Alex Golob, Canada. Cette première version a été examinée en détail par les participants à la Consultation FAO/SIDA sur les technologies intermédiaires dans les opérations forestières, qui s'est tenue en Inde du 18 octobre au 7 novembre 1981. La version en français a été préparée par les soins de M. Henri Chauvin, France. Le chef du projet était Gunnar Segerström, FAO.

INTRODUCTION

Au cours des années récentes, il est devenu évident que les opérations forestières dans les pays dont le développement est à son début ou à un stade intermédiaire, sont mécanisées de façon excessive. Des machines et des équipements beaucoup trop compliqués et chers ont été introduits avec des résultats peu satisfaisants, la plupart du temps négatifs.

Les conditions socio-économiques ainsi que le faible niveau des connaissances techniques dans ces pays plaident contre cette tendance qui, en fait, est le meilleur exemple de ce qu'il ne faut pas faire en matière de transfert de technologie.

Il existe aujourd'hui deux catégories de technologies: celles qui sont exigeantes et les technologies faciles (Goulet, 1975). La technologie exigeante est chère, complexe et demande beaucoup de capitaux. La technologie facile est relativement bon marché, demande beaucoup de main-d'oeuvre; elle est flexible et s'adapte aux matériaux de qualités diverses disponibles localement qui peuvent être mis en oeuvre, réparés et entretenus par des personnes de formation technique modeste. C'est la technologie fondamentale.

Du fait que la plupart des pays en développement se trouvent sous des latitudes tropicales ou subtropicales, la productivité de la main-d'oeuvre a tendance à être faible: les insuffisances alimentaires et la chaleur ne peuvent permettre la production élevée d'énergie obtenue par le travail sous les climats tempérés. C'est pour cette raison que l'on a essayé de remplacer la main-d'oeuvre par les machines. Mais d'un point de vue social et économique, le déplacement de travailleurs vers des régions où il y a déjà un excédent de main-d'oeuvre, et l'épuisement des ressources en capital dans le but de fournir des machines et des pièces de rechange est contreproductif. L'importation d'équipements compliqués tend à augmenter la dépendance des pays en développement vis-à-vis du monde industrialisé, avec de sérieuses implications économiques et politiques. Cela a été qualifié de simple transformation de la domination par les colonisateurs étrangers en domination par les technologues étrangers (Hanlong, 1977).

Modèle de développement

Il existe un modèle de développement que la plupart des pays ont suivi au cours de leur progression - d'une société essentiellement agricole à une société post industrielle en passant par l'industrialisation. Beaucoup de pays en développement en sont encore au stade où l'agriculture prédomine alors que d'autres sont dans une période de transition, en partie agricole, en partie industrielle.

A ce point de leur développement, ils peuvent juger utile de tirer profit de l'expérience des pays qui les ont précédés dans l'atteinte d'un stade de progrès plus élevé, bien qu'en définitive ils ne tireront d'enseignements que de leurs propres erreurs. Nous savons que les premières tentatives de mécanisation furent l'objet d'une forte opposition de la part des ouvriers, même si le travail de ceux qui étaient directement concernés fût rendu plus facile. Dans bien des cas, le développement technologique fut utilisé comme un moyen supplémentaire de maintenir la maîtrise d'une classe sociale sur une autre. Cela est toujours vrai, que la technologie soit compliquée ou non. Dans le dernier cas, on a pu penser que la technologie à petite échelle conduisait au petit capitalisme, qui profite à ceux qui peuvent l'acquérir et pas nécessairement à ceux qui en ont besoin.

Un autre facteur qu'il faut prendre en compte ici est d'ordre politique (Goulet, 1975). Comme nous l'avons vu, la technologie alternative offre beaucoup d'avantages - depuis son faible coût jusqu'aux matériaux simples et disponibles qu'elle demande - mais avant tout elle est facile à enseigner, à apprendre et à mettre en oeuvre. Mais en dépit de tout cela et du fait qu'elle est bon marché et s'attaque davantage au sous-emploi que la mécanisation, elle n'est pas adoptée largement. Les dirigeants dans la plupart des pays en développement sont peu disposés à voir leurs pays considérés technologiquement comme de seconde classe.

Cependant, il faut donc mettre au point et introduire une technologie qui permette à l'homme de travailler dans des conditions et de façon qui soient productives socialement et satisfaisantes personnellement. Il s'ensuit que c'est l'homme qui doit avoir la maîtrise de ses outils ou de ses machines. C'est lui qui doit déterminer le rythme de travail et non la machine. La technologie introduite doit donner le maximum de possibilités de travail aux inemployés ou aux sous-employés plutôt que de rechercher le maximum de production par ouvrier. Nous atteignons là le conflit inhérent entre ce que l'on considère socialement souhaitable et ce que l'on regarde comme non économique - ou plus brièvement le conflit entre les intérêts publics et privés.

L'emploi de technologie fondamentale ne doit pas laisser supposer que cette méthode est primitive comme on le croit souvent. Une telle technologie doit en réalité s'appuyer sur les meilleures connaissances scientifiques. Jetons un coup d'oeil sur quelques exemples: la technologie moderne a mis au point les scies à dents trempées qui n'ont pas besoin d'affûtage; de cette façon, la lame peut être utilisée jusqu'à ce que les dents soient émoussées; elle peut alors être remplacée par une neuve.

De même en Inde, pays qui connaît l'importance de modèles appropriés et d'un bon entretien pour ses équipements, la scie a fait l'objet d'un examen minutieux (Chandra, 1978). Les études menées en collaboration avec le Collège royal forestier de Suède ont montré que la production peut être doublée et l'effort réduit de moitié, en utilisant des scies appropriées et bien entretenues, à la place de scies faites de mauvais acier et mal entretenues. Cela représente une amélioration de 400%. Une étude comparée semblable entre le passe-partout classique à deux hommes, à denture triangulaire, et la scie à bûches à un homme a été faite; cette dernière s'est montrée supérieure approximativement de 100%.

En Finlande, les premières scies à bûches à cadre d'acier ne donnaient pas satisfaction car il n'était pas possible d'obtenir une tension convenable de la lame (Kantola, 1978). Mais la tension obtenue avec les cadres en bois était deux fois plus forte, et même davantage, et ce n'est que lorsque les fabricants ont renforcé leurs cadres en acier permettant d'obtenir une tension comparable que la scie à bûches tout-acier fût acceptée largement.

Technologies forestières appropriées - applications pratiques

Une technologie appropriée est celle qui est adaptée de la façon la plus adéquate aux conditions d'une situation donnée. Elle est compatible avec les ressources humaines, économiques et matérielles qui environnent sa mise en oeuvre.

Le travail en forêt consiste à couper, traîner et soulever, selon une gamme étendue de permutations ou de combinaisons. Dans les opérations à grande échelle qui sont bien dirigées et disposent d'un important financement, il est parfaitement possible d'adopter un degré élevé de mécanisation; cela n'est pas possible dans le cas des opérations à petite échelle, à forte composante de main-d'oeuvre, qui font l'objet de ce manuel. L'objectif du développement dans ce cas est de montrer à l'homme comment travailler plus intelligemment et non plus durement.

Les cinq machines fondamentales

Tous les outils et machines peuvent être ramenés à l'une ou plusieurs des cinq machines élémentaires déjà connues des anciens Grecs qui réduisirent celles-ci à une formule relativement simple: l'effort multiplié par la distance d'application de l'effort est égal à la résistance multipliée par la distance d'application de la résistance. Le produit de l'effort par la durée de l'effort est appelé travail.

Ces cinq outils ou machines sont: le levier, la roue et l'axe, la poulie, le plan incliné ou le coin et la vis. Les outils simples

utilisables dans les travaux forestiers sont du domaine de l'une ou l'autre de ces machines fondamentales (Fig. 1 à 5).

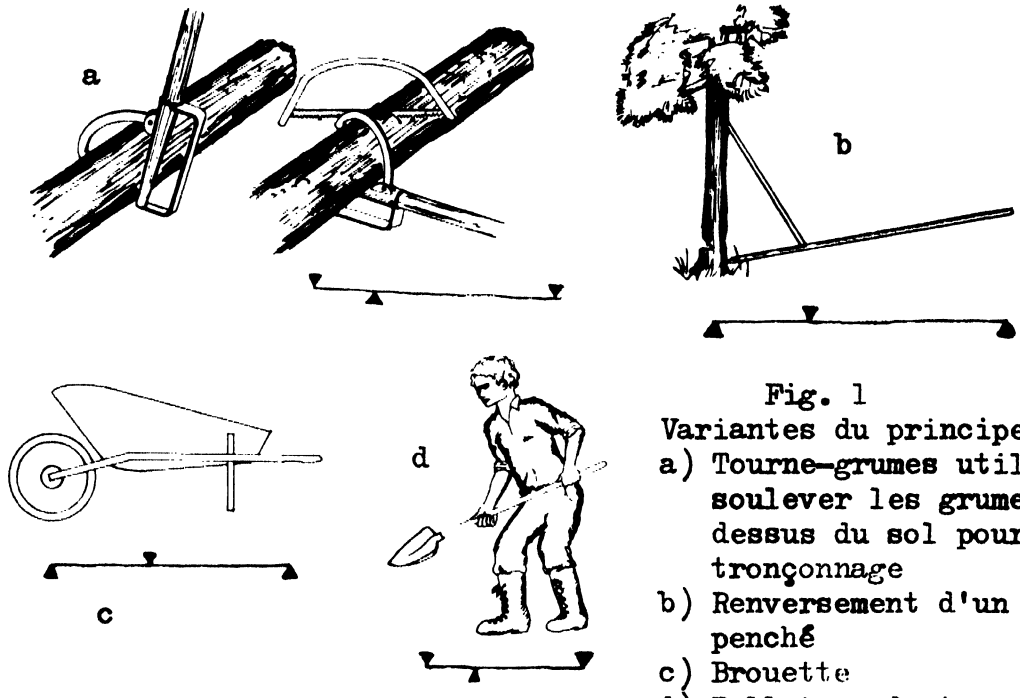


Fig. 1
Variantes du principe du levier:
a) Tourne-grumes utilisé pour soulever les grumes au-dessus du sol pour le tronçonnage
b) Renversement d'un arbre penché
c) Brouette
d) Pelletage de terre

On a souvent dit que la roue fut une des premières inventions de l'homme car elle n'existe pas dans la nature. Parallèlement à celui de la roue, il semble qu'il y ait eu un autre développement: celui de la piste ou de la route sur lesquelles les obstacles sont réduits au minimum de manière à ce que la roue puisse se déplacer sur elles avec le minimum d'effort. L'"unicycle" à deux hommes est une application de la roue qui peut alléger considérablement l'effort humain lors du transport de lourdes charges. La résistance au roulement et la hauteur des obstacles qui peuvent être surmontés sont fonction du diamètre de la roue utilisée (Fig. 2).

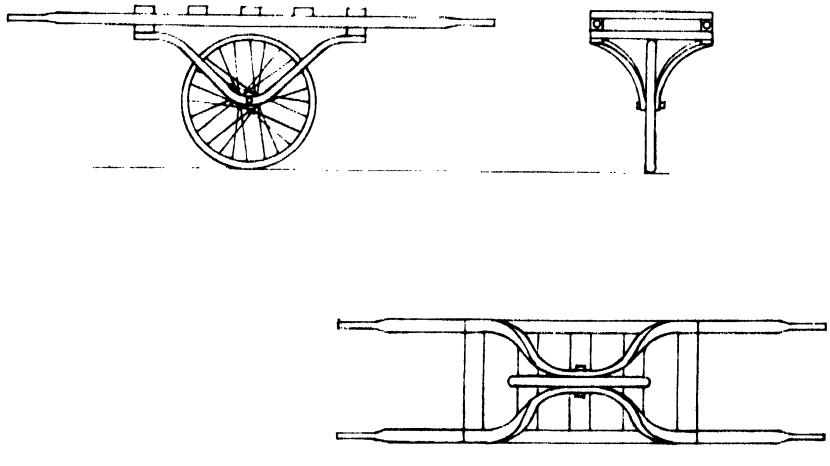


Fig. 2 - Unicycle à deux hommes

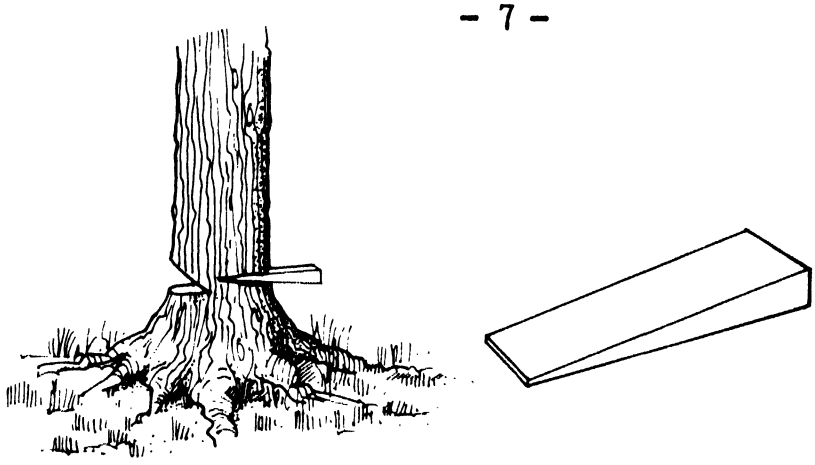


Fig. 3 - Le coin

Les coins sont souvent utilisés en exploitation forestière, particulièrement lors de l'abattage (Fig. 3). Leur usage permet au bûcheron de contrôler la direction dans laquelle il peut abattre un arbre. Si l'on veut déterminer la force exercée par un coin, elle est fondée sur le rapport entre l'épaisseur et sa longueur. Toute réduction de l'effort s'accompagne d'une augmentation réciproque de la distance.

Les opérations forestières peuvent ne pas dépendre d'un seul principe mais de la combinaison de ces principes selon une très grande variété de formes. Un simple essieu en forme d'arche, monté sur roues et pourvu d'un dispositif pour soulever les grumes au-dessus du sol, constitue une telle possibilité de combinaison (Fobes, 1951). Dans ce cas on utilise un cric à rochet, mais on peut avoir un cric à vis (Fig. 4).

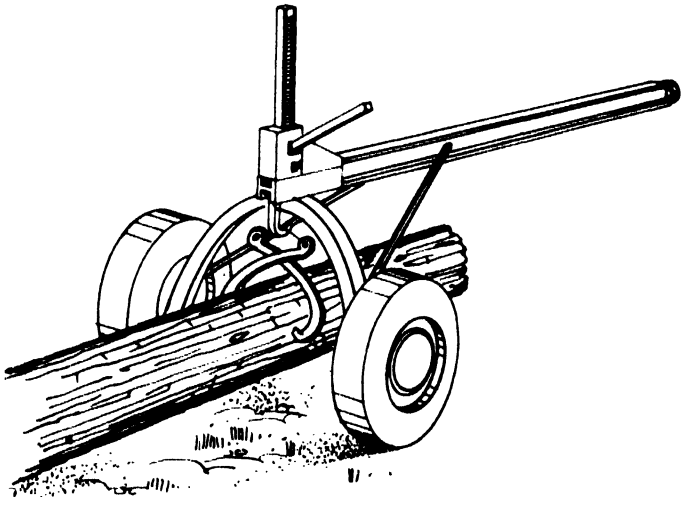


Fig. 4 - La combinaison des principes, soulèvement du devant de la grume pour réduire le frottement, utilisation de la roue pour réduire encore davantage le frottement, emploi du cric à rochet muni d'un levier pour soulever la grume, tout cela illustre la façon dont les outils et autres équipements se développent.

Un autre exemple de combinaison de machines simples, le levier et la poulie, est illustré par la Fig. 5. Il s'agit d'un dispositif qui permet à un homme seul de charger des grumes (Fobes, 1949). L'extrémité supérieure d'une pince à grumes est munie d'un levier terminé par un anneau soudé auquel est attachée une poulie. A l'extrémité inférieure de l'autre branche de la

pince est également soudé un anneau auquel est attaché un câble. De cet anneau le câble passe sur la poulie et va vers l'ouvrier chargeur. Une traction sur le câble décroche aisément la pince de la grume. Cela permet de supprimer l'ouvrier placé normalement au sommet de la charge, dont le travail est périlleux, réduisant ainsi le danger et facilitant le ramenage de la pince se balançant au bout du câble de charge.

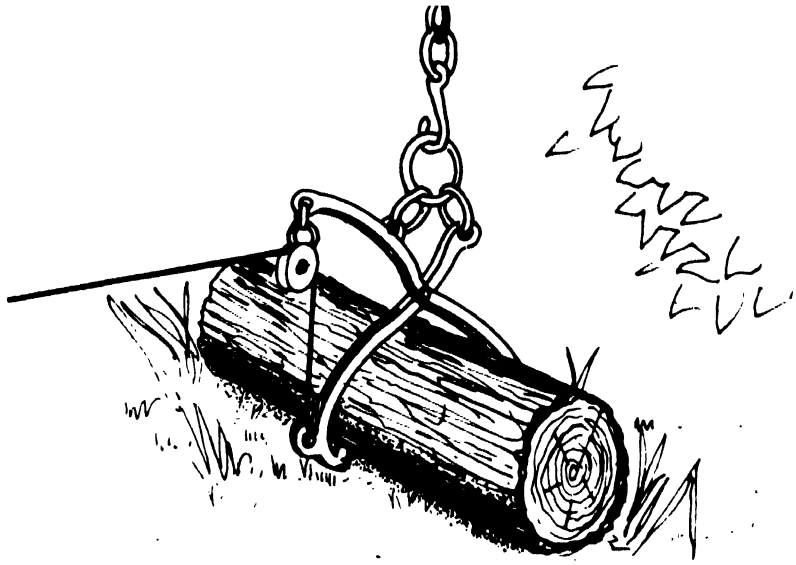


Fig. 5 - Pince à grumes

La force de gravité est une autre source d'énergie utilisée dans les opérations en forêt qui souvent n'est pas prise en considération avec assez d'attention. Elle peut être employée de différentes manières et pour des opérations variées. Le flottage des bois sur les rivières est une forme d'utilisation de la gravité. Un autre procédé d'utilisation de la gravité consiste à faire glisser le bois le long d'une pente en le suspendant à un fil de fer tendu (Koroleff, 1956). L'expérience montre que sur des pentes de 25 à 75 pour cent et jusqu'à 460 mètres de distance deux hommes peuvent évacuer 28 m3 environ par jour. C'est le câble aérien du pauvre qui peut être mis en oeuvre pour de très petites quantités de bois car il est très facile à déplacer. On peut encore utiliser la gravité avec une simple goulotte en forme de "V" dont les sections sont faites de deux planches de 4 m de long, 2,5 cm d'ép d'épaisseur et 20 cm de largeur. Si la pente n'est pas suffisante, on peut enduire les faces intérieures des planches avec de la vieille huile. En relevant les sections de la glissière on peut réaliser des virages assez serrés.

OUTILS TRANCHANTS

La hache

La hache a deux fonctions essentielles, couper et fendre. La hache est un exemple courant du coin ou du plan incliné, une des cinq machines fondamentales. Le tranchant aiguisé de la hache coupe et le fer en forme de coin qui suit le tranchant ouvre la coupe.

On ne connaît pas l'époque exacte à laquelle le fer de hache fut fixé à un manche en bois, mais par ce fait l'efficacité de la hache fut énormément améliorée. L'éloignement du fer de hache de l'articulation du poignet augmente grandement la force qu'il est possible d'exercer sur le tranchant.

Les fers de hache

a. Forme et applications

Il existe différentes formes de haches qui dépendent de l'usage auquel elles sont destinées. Les haches d'abattage, employées à entailler le tronc des arbres,demandent un profil coupant et faisant office de coin. Une hache destinée surtout à ébrancher demandera un profil plus aigu que celui qui est nécessaire pour fendre.

En choisissant un fer de hache, afin d'assurer un équilibre correct, le tranchant doit coïncider avec un arc de cercle dont le centre est au centre de gravité situé au centre de l'oeil. L'oeil du fer a une section ovale s'amincissant vers la lame. Au début, les manches de hache étaient cylindriques; mais à l'usage le manche avait tendance à tourner dans la main de l'utilisateur. La forme elliptique du manche actuel, qui s'adapte à l'ovale de l'oeil, évite cet inconvénient.

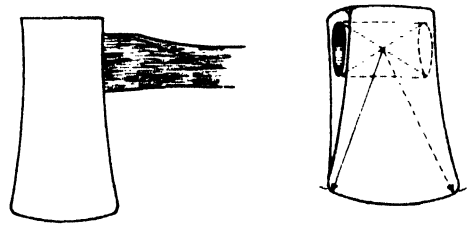


Fig. 6 - Fer de hache

Il est essentiel qu'une hache soit non seulement bien aiguisée mais aussi qu'elle ait des proportions appropriées. Les haches du commerce ou celles que l'on fabrique ont les justes proportions, mais au fur et à mesure de l'affûtage de la lame après usure, si on ne prend pas soin de limer ou de meuler également cette lame, elle a tendance à s'épaissir et ne coupe plus correctement. La hache ricoche sur le bois qu'elle coupe. C'est pour

cette raison que lors de l'affûtage de la lame, il faut également limer ou meuler le fer sur une distance d'environ 75 mm à partir du tranchant.

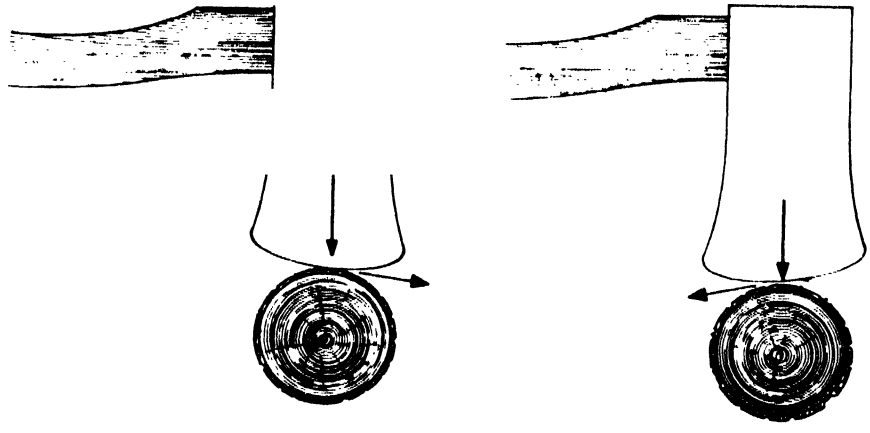


Fig. 7 - Profil d'un fer de hache

Une hache à refendre est normalement plus lourde et plus large qu'une hache à abattre. Son poids doit être de 1,5 kg et la largeur de son talon de 75 mm. Les haches spécialement conçues pour le fendage doivent présenter une arête de chaque côté du fer afin de permettre de dégager aisément la hache de la fente pratiquée dans les billons ou les grumes. La lame doit avoir un tranchant rectiligne parallèle et dans le même plan que le manche. Son effilement est droit. Ces caractéristiques offrent les meilleures conditions pour la fente.

Tableau 1

Poids optimal des fers de hache

Usage	Poids
Pour petits arbres et buissons	0,7 - 0,8 kg
Pour gros conifères	0,9 - 1,2 kg
Pour gros feuillus	1,3 - 1,7 kg
Pour grands arbres tropicaux	1,3 - 2,3 kg

b. Fabrication

Les fers de hache sont généralement faits de deux qualités d'acier. Du talon jusqu'à la lame proprement dite, le fer est en

acier doux résistant (1) alors que la lame est en acier au carbone de haute qualité (2). L'acier doux peut supporter les chocs, le martelage ou tout autre mauvais emploi, alors que la lame reste affûtée durant l'utilisation.

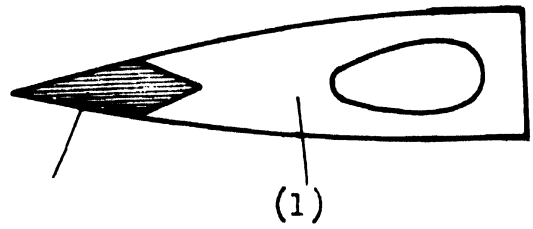


Fig. 8 - (2) Lame faite d'acier au carbone de haute qualité
(1) Acier doux résistant

On peut fabriquer un fer de hache de la façon suivante (Fig. 9):

1. On chauffe un morceau d'acier doux.

2. On perce un oeil à l'une des extrémités de la pièce d'acier.

3. On fend l'autre extrémité.

4. On insère dans cette fente un morceau d'acier au carbone.

5. L'acier doux est forgé sur la lame.

6. On termine le fer par un dégrossissage et un aiguisage.

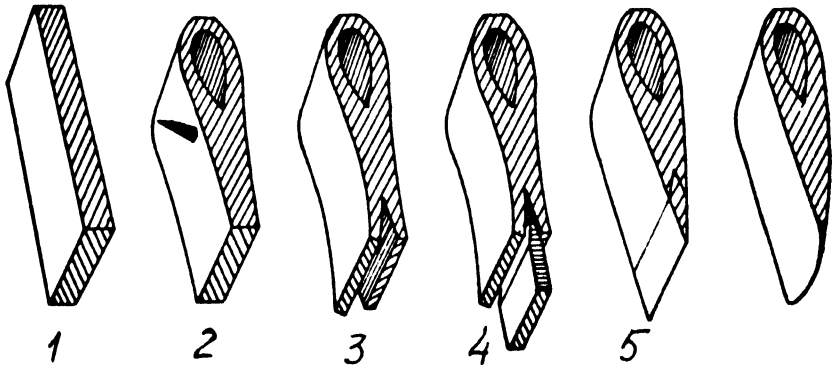


Fig. 9

Les techniques modernes de fabrication industrielle des fers de hache n'emploient qu'une seule sorte d'acier pour l'ensemble du fer: l'acier au carbone de haute qualité, traité à chaud sous un strict contrôle. Chaque fois que cela est possible on achètera ces fers de hache fabriqués industriellement en raison de leur

qualité. Toutefois, lorsque cela n'est pas possible, on peut fabriquer localement des fers de qualité acceptable.

La figure 10 montre la manière dont on peut façonner un fer de hache à partir d'un morceau d'acier rectangulaire que l'on découpe selon le modèle désiré et que l'on chauffe; ce morceau est alors replié comme le montre la figure (1). On insère entre les lèvres du métal replié un coin d'acier au carbone (2), puis on introduit un gabarit à la place qu'occupera l'oeil. Le tout est forgé jusqu'à ce que l'oeil soit formé puis, toujours par forgeage, la lame est soudée au fer (3).

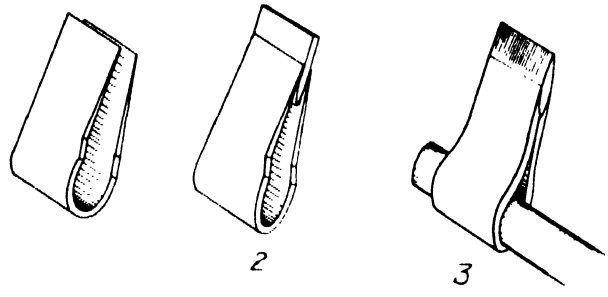


Fig. 10

On peut également fabriquer un fer de hache en assemblant des morceaux d'acier de haute qualité (Fig. 11). Les différentes pièces sont soudées. L'exemple donné concerne une hache d'un poids de 2 kg faite de cinq pièces d'acier. Le talon (1) est fait d'un morceau d'acier moyen de 16 mm x 16 mm x 90 mm. Il est inséré entre deux plaques d'acier moyen. Ce talon et les deux plaques sont meulés selon un certain angle puis soudés ensemble. Les plaques latérales ont 45 mm d'épaisseur, 89 mm de large et 165 mm de long. Ces deux pièces (2) sont chauffées, puis forgées en les amincissant. On y perce des trous de 2 cm de diamètre (3). Lorsqu'on insère la lame, les trous sont bouchés au moyen de soudure et le tout est meulé soigneusement.

La lame de cette hache (4) est faite d'un acier à outil qui peut provenir d'une vieille lame de scie de tête ou de chutes. Elle a 4,5 mm d'épaisseur, 140 mm de large et 125 mm de long. Les côtés amincis sont soudés à la lame puis meulés soigneusement.

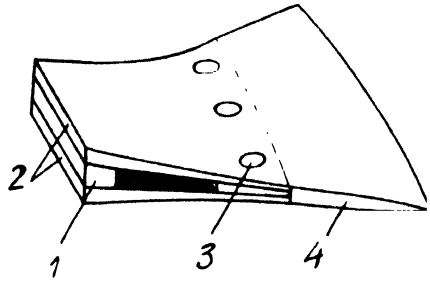


Fig. 11 - Fer de hache fabriqué par soudure

Après que le fer de hache ait été préparé par soudure et meulage, il doit être recuit puis trempé. Le recuit supprimera les tensions causées par la soudure. L'acier doux peut être trempé en le chauffant au rouge cerise et le plongeant dans l'huile. Puis le fer est chauffé doucement en partant de l'oeil et en allant vers le tranchant. Lorsque la lame atteint la couleur paille foncée, la hache est prête pour l'affûtage.

La figure 12 montre une autre méthode de fabrication des fers de hache. Elle consiste à prendre un morceau d'acier doux et à y souder une pièce de fer rond en son milieu (1). La bande d'acier est chauffée puis courbée autour du fer rond (2). Un morceau d'acier à outil est inséré entre les lèvres de la pièce d'acier repliée sur une profondeur d'environ 25 mm (3). Le tout est forgé jusqu'à soudure et mis en forme grossière (4). La lame d'acier à outil est recuite et trempée avant de la façonner à la lime (5), puis le fer de hache est fini (6).

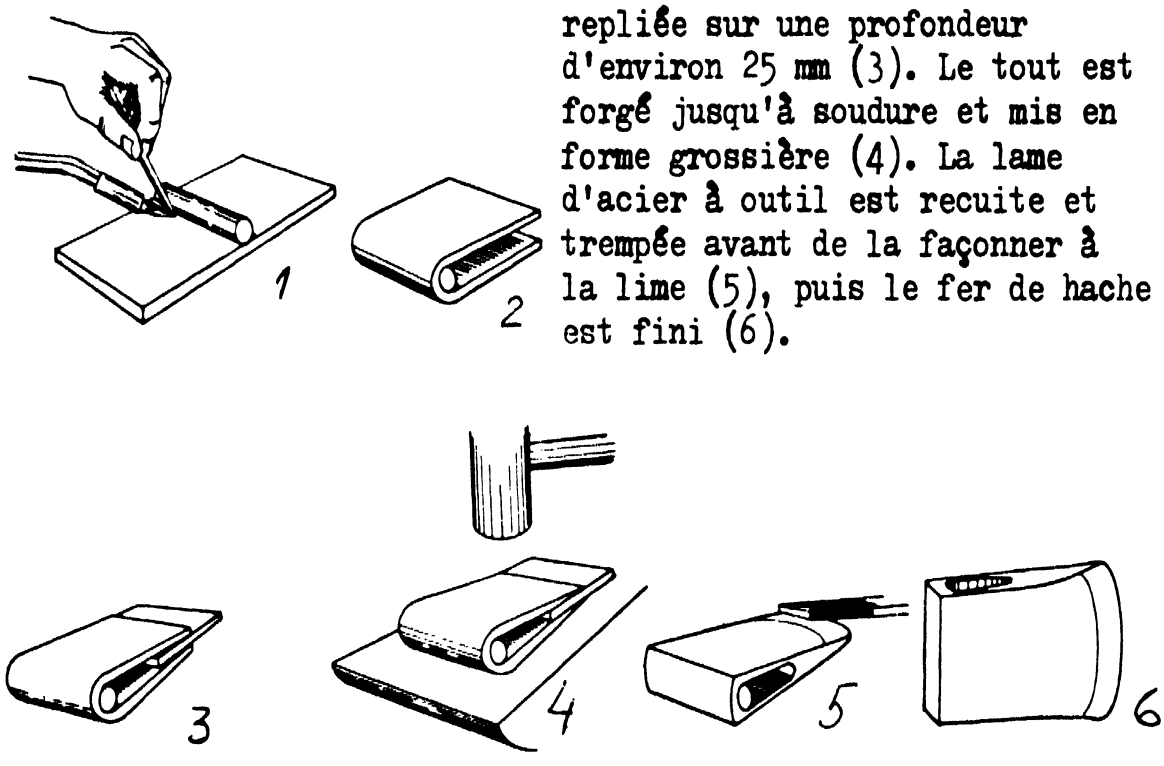


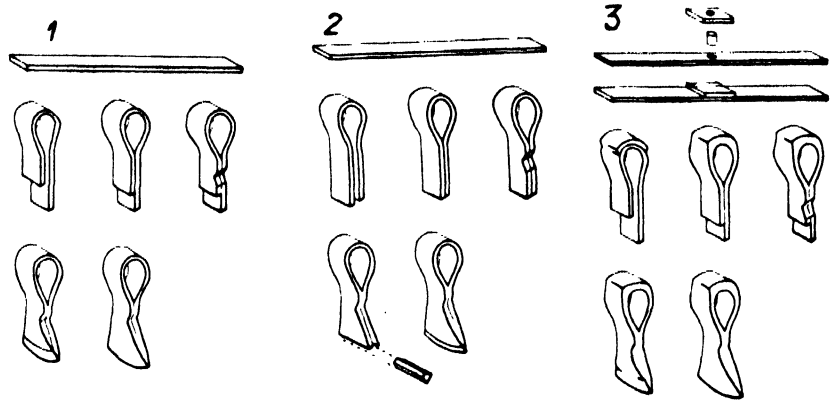
Fig. 12 - Fabrication d'un fer de hache

Il existe un grand nombre de variantes de la forme et de la finition des fers de hache; la figure 13 en montre six exemples différents. Ce sont:

(1) Hache à talon rond en une seule pièce

(2) Hache à talon rond faite de deux pièces

(3) Hache à talon carré en une seule pièce



(4) Hache à talon carré en 1 seule pièce (variante)

(5) Hache à talon carré faite de deux pièces

(6) Hache élargie

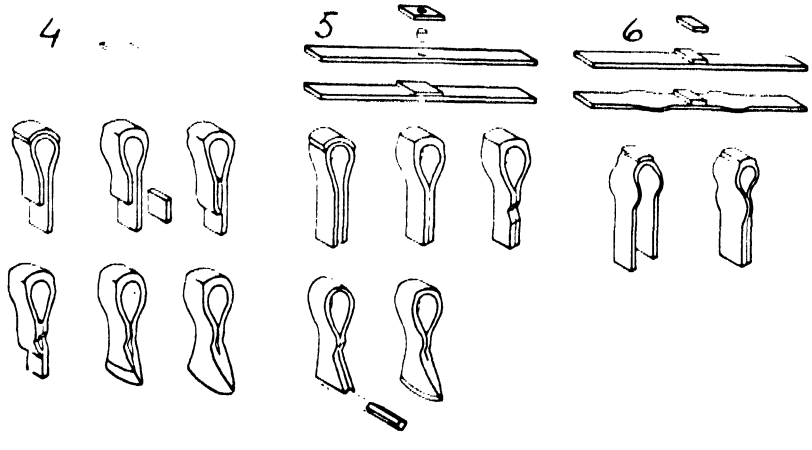
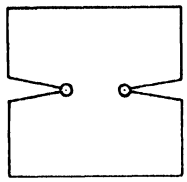


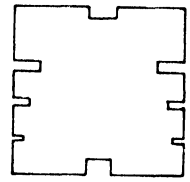
Fig. 13 - Variantes de forme et de finition des fers de hache

c. Aiguisage

Il est très important que le fer de hache présente un effilement approprié; ce qui peut être obtenu et maintenu au moyen d'un calibre spécial. Les haches lourdes et celles utilisées pour l'abattage des feuillus demandent une plus grande épaisseur près de la lame que celles utilisées pour les conifères.

Les gabarits courants présentent deux encoches correspondant à l'effilement correct de la lame pour les feuillus et pour les conifères. La lame de la hache doit être façonnée de façon à s'adapter exactement à l'encoche correspondante (Fig. 14 a).





(a) Fig. 14 (b)

Un autre modèle de gabarit présente trois encoches rectangulaires pour les feuillus et trois pour les conifères (Fig. 14 b). La largeur de l'ouverture correspond à l'épaisseur correcte de la lame lorsque le tranchant touche le fond de l'encoche. Deux autres encoches sont utilisées pour vérifier l'épaisseur de la lame à 60 mm du tranchant. Ces gabarits sont en tôle avec les mesures suivantes:

Espèces	Distance du tranchant mm	Epaisseur de la lame mm
Feuillus	1,5	1,0
"	5,0	2,0
"	10,0	3,5
Conifères	2,5	1,0
"	5,0	2,0
"	10,0	3,5

d. Meules

Les outils sont aiguisés en enlevant des particules de métal au moyen d'une pierre abrasive. Une pierre à gros grain agit plus rapidement que celle à grain fin. En fait, la pierre use le métal en produisant un tranchant en dents de scie correspondant à la dimension du grain. Les pierres à gros grain produisent un tranchant plus grossier que celle à grain fin.

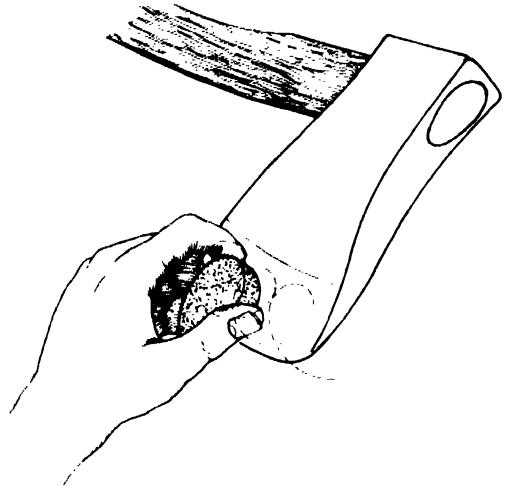


Fig. 15 - Affûtage d'une hache au moyen d'une pierre à huile

Le grès est couramment utilisé comme pierre à aiguiser et peut avoir la forme d'une meule ou d'une pierre plate. L'eau facilite l'aiguisage en évitant le colmatage des pores de la pierre par les fines particules de métal; elle évite l'échauffement de l'outil à aiguiser et donc sa détrempe (Fig. 16).

On peut également utiliser une lime pour aiguiser une hache. La lame doit être limée jusqu'à 6 à 8 cm du tranchant. Si on peut disposer d'une meule, mouillée et tournant lentement, cela est préférable. Une lime grosse laisse une surface trop rugueuse, tandis qu'une meule émeri peut chauffer le tranchant et détremper la lame. Lorsqu'on meule, on déplace le fer de hache d'avant en arrière. La meule doit tourner en direction du tranchant. La pierre est maintenue mouillée au moyen d'un réservoir rempli d'eau suspendu au-dessus de la meule ou par trempage dans un bac plein d'eau.

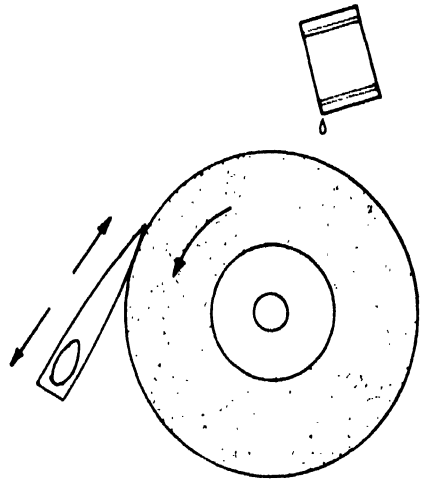


Fig. 16 - Aiguisage d'une hache sur une meule

Ce bac peut être en bois, en tôle ou même un morceau de vieux pneu. La figure 17 montre l'emploi d'un vieux pneu. Celui-ci est cloué sous l'ouverture pratiquée dans la table. Il est important de ne pas laisser la pierre tremper dans l'eau quand on ne l'utilise pas car la pierre devient trop tendre et la partie mouillée s'use plus vite que le reste de la meule. Cette dernière s'use alors irrégulièrement et n'est plus ronde.

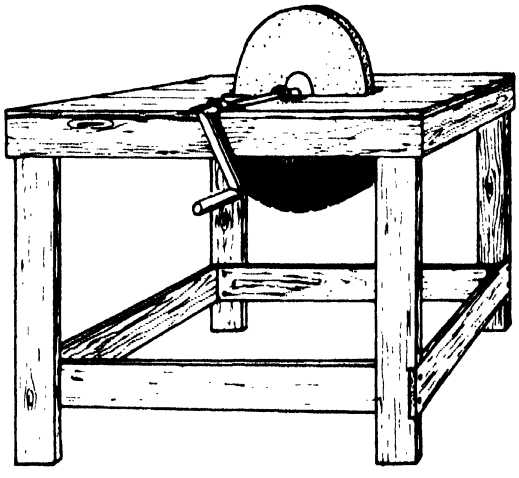


Fig. 17 - Emploi d'un morceau de vieux pneu comme bac à eau

On estime qu'une meule étroite est plus efficace - environ 6 cm de large. Une pierre étroite entraîne moins d'efforts pour appuyer le fer sur la meule ou pour l'y maintenir. La hache est tenue en travers au cours de l'aiguisage (Fig. 18 a).

Si la hache est tenue avec le tranchant parallèle à la face de la meule, elle aura tendance à rayer celle-ci (Fig. 18 b) et l'aiguisage sera défectueux.

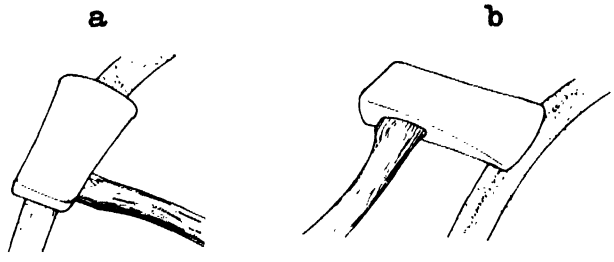


Fig. 18 - a) Méthode correcte d'aiguisage d'une hache sur une meule; b) Méthode incorrecte

On peut augmenter la pression de la hache sur la meule en utilisant le principe du levier dont le point d'appui est une planche garnie de clous et fixée au dos de la table et contre laquelle vient s'appuyer l'extrémité du levier (Fig. 19).

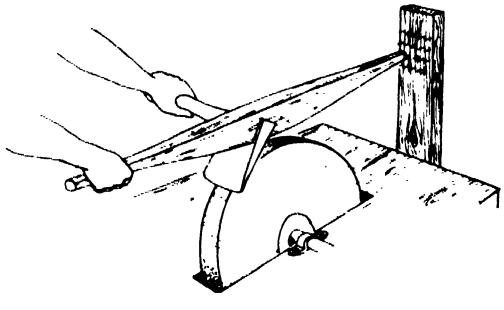


Fig. 19 - Méthode pour augmenter la pression de la hache sur la meule

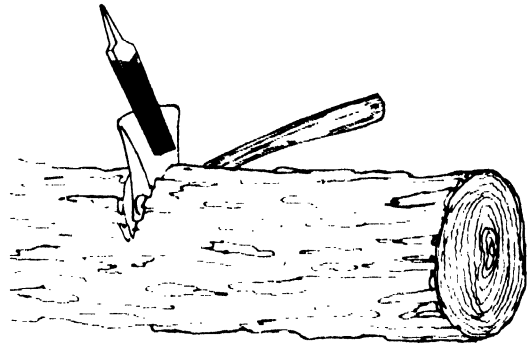


Fig. 20 - Méthode pour aiguiser les haches en forêt

Pour aiguiser une hache à simple tranchant en forêt il faut avoir un moyen de maintenir le fer. Une entaille formant un angle aigu d'environ 30° est faite dans un tronc ou une grume. Elle doit être assez large pour recevoir le talon de la hache. On place celle-ci dans l'entaille le plus profondément possible, le tranchant dirigé vers le haut. Le fer de hache sera maintenu solidement et on peut travailler avec une lime ou une pierre à aiguiser (Fig. 20).

Il faut prendre soin de maintenir les meules en bonne condition de travail car une meule abîmée ou fendue est dangereuse à

utiliser. Les ouvriers n'aiment pas travailler avec et préfèrent alors employer une lime. Il faut tenir les pierres nettes d'huile ou de graisse et ne pas les laisser tremper dans l'eau quand on ne s'en sert pas. Les meules peuvent être tournées à la main, ou au moyen d'une bicyclette ou encore mues par un petit moteur électrique quand cette énergie est disponible (Fig. 21).

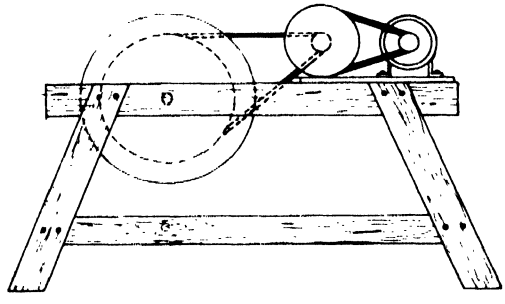


Fig. 21 - Meule mue à l'électricité

e. Limes

La plupart des limes sont aujourd'hui fabriquées industriellement et non à la main. Toutefois on peut en faire soi-même et une brève description du procédé suit. Un morceau d'acier à lime est laminé en forme de lime. Le métal est placé dans un four à recuire et chauffé au rouge très doucement pour une durée de plusieurs jours. Le métal est alors assez tendre pour être travaillé. Le flan de la lime est posé sur une enclume et maintenu en place au moyen d'une courroie placée en travers et dont les extrémités reposent sur le sol. La lime peut être ainsi fixée en marchant sur les extrémités de la courroie. On utilise un ciseau ayant une largeur supérieure à celle de la lime. Ce ciseau qui sert à faire les rainures de la lime est tenu selon un angle de 55° avec la verticale, son tranchant faisant environ 25° avec l'axe de la lime. Le but du ciseau est d'empreindre l'acier

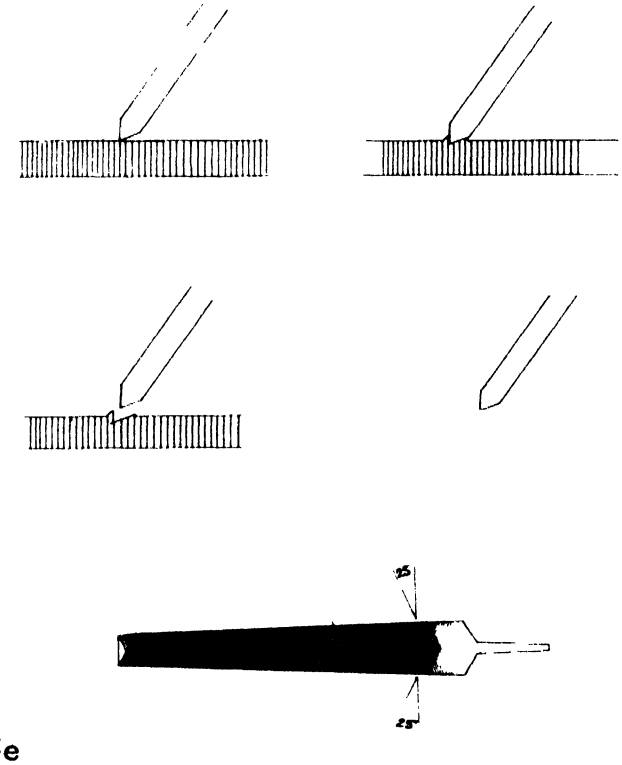


Fig. 22 - Fabrication d'une lime

et non de couper du bois et par conséquent son tranchant doit être légèrement émoussé. Le flanc de la lime doit être constamment huilé ou graissé. Un ouvrier expérimenté peut opérer à la vitesse de 60 à 80 coups à la minute.

Quand on opère à la main, le flanc de la lime a tendance à se cintrer légèrement et doit être redressé avant le trempage. Il faut recouvrir la lime avec une pâte destinée à éviter l'oxydation des dents au cours du chauffage qui doit atteindre le rouge cerise, puis refroidir celle-ci rapidement dans l'eau salée.

Manches de hache

a. Modèles

Il existe une variété considérable de manches de hache, depuis le manche droit et cylindrique pour les outils travaillant dans deux directions, tels que les haches à fendre ou les haches à tranchant double, jusqu'aux manches ovales, courbés que l'on recommande pour l'abattage et l'ébranchage.

Le matériau de choix pour les manches de hache est un bois de feuillu résistant et élastique, pris dans le gros bout d'un arbre jeune ou dans l'aubier d'un arbre plus âgé (Fig. 23). Le bois doit être bien sec et exempt de noeuds. La partie du billon servant à faire les manches doit être choisie soigneusement de manière à ce que le fil soit droit et parallèle à l'axe du manche. Le bois droit fil est résistant alors que celui à fil de travers est fragile et que celui à fibre torse a tendance à gauchir (Fig. 24).

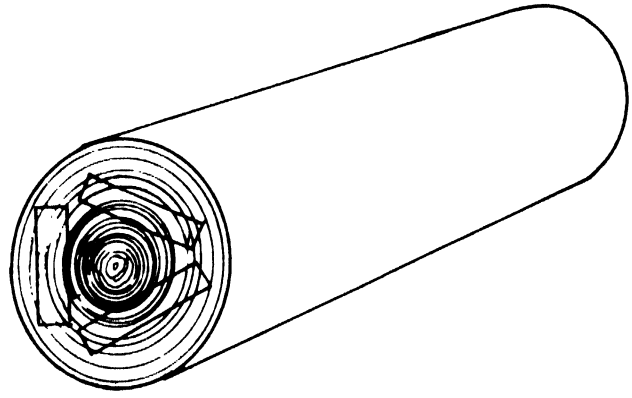


Fig. 23 - Sélection du bois pour manche de hache

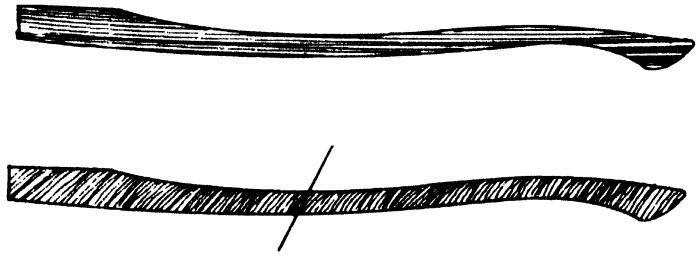


Fig. 24 - Effet du fil du bois sur les manches de hache

Un manche de hache d'abattage ou à ébrancher pèse environ 1 kilo. Sa longueur doit être de 70 à 80 cm et la longueur du manche par rapport à l'utilisateur doit être égale à la distance de l'aisselle du bûcheron à l'extrémité de ses doigts ou de sa main jusqu'au sol lorsqu'il se tient debout, le manche placé à son côté (Fig. 25). Pour les bois tropicaux un manche plus long est généralement requis.

Fig. 25 - Longueur correcte du manche de hache

Lorsqu'un morceau de bois sec a été choisi, on place sur lui un gabarit de façon à suivre le meilleur fil. On trace alors le contour du manche sur le bois. La forme du manche peut être copiée sur celle de manches existants ou selon les mesures suivantes. Ces mesures sont données pour deux types de hache - les plus petites pour les haches d'abattage et d'ébranchage et les plus fortes pour les grandes haches à refendre.

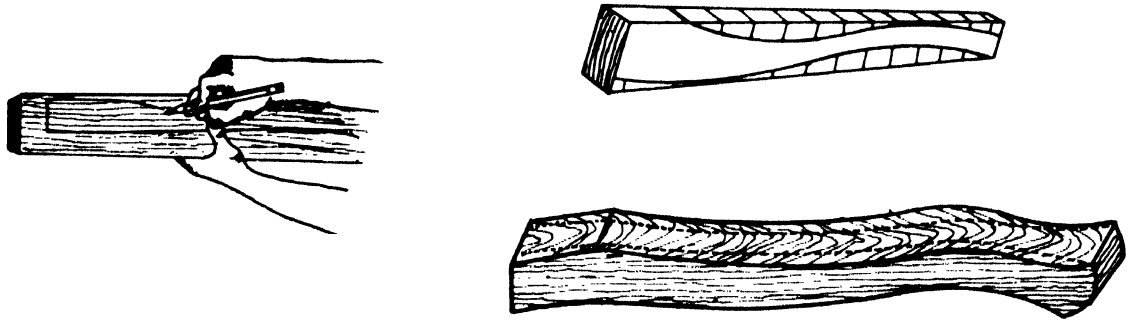


Fig. 26 - Façonnage d'un manche de hache

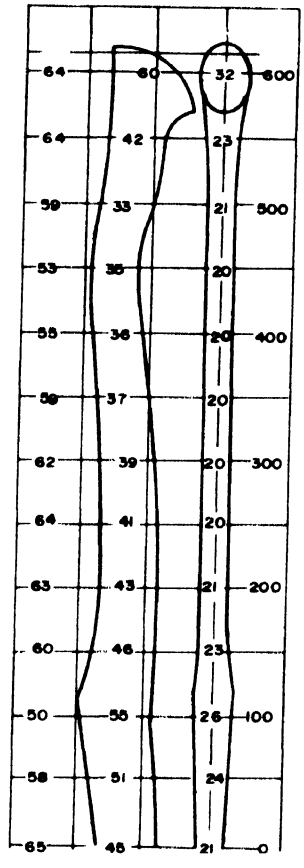
Le gabarit fait d'une mince planche de bois est maintenu sur la pièce et son contour est tracé (Fig. 27).

L'ébauche est découpée avec une scie à bûches en suivant le contour du gabarit puis dégrossie au moyen d'un ciseau et d'un maillet.

On opère d'abord dans une direction puis, après avoir découpé à la scie, on trace le profil perpendiculaire que l'on découpe de nouveau à la scie.

Le manche est dégross: au ciseau et au maillet ou avec une hache bien affûtée. La finition s'effectue à la plane ou à la râpe à bois, puis au papier de verre fin.

Un étau est d'une grande aide pour toutes ces opérations. Un tel étau simplifie grandement le travail car il laisse les deux mains libres (Fig. 28).



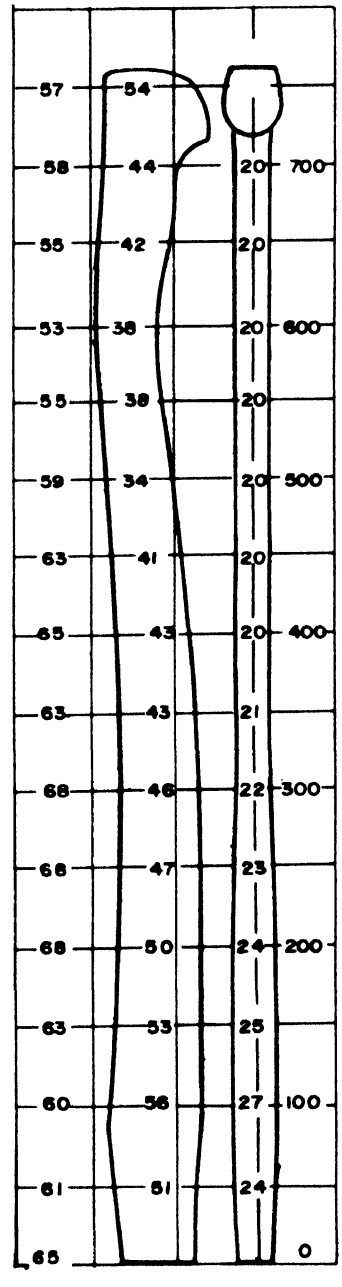


Fig. 27 - Gabarits pour manches de hache. Mesures en mm.

Fig. 28 - Etau pour fabriquer les manches de hache

b. Emmanchement des manches neufs (Fig. 29)

1. Le haut du manche est taillé, de façon à entrer dans l'oeil du fer de hache, à l'aide d'une plane ou d'une râpe à bois. Le fer doit s'appuyer sur les épaulements du manche et l'extrémité doit ressortir de l'oeil.

2. Le manche est introduit dans l'oeil et on vérifie l'alignement et l'ajustage. La ligne du regard doit passer par les deux extrémités du tranchant du fer et par le pommeau du manche.

3. Retirer le manche du fer et faire une entaille pour le coin avec une lame de scie mince.

4. Tailler un coin de bois dur.

5. Assembler le fer et le manche et enfoncer le coin.

6. Vérifier l'alignement. La vérification de cet alignement se fait en plaçant la hache sur une surface plane; si l'emmanchement est correct, le tranchant repose par son milieu.

7. Enlever l'excédent du manche qui dépasse du dessus du fer.

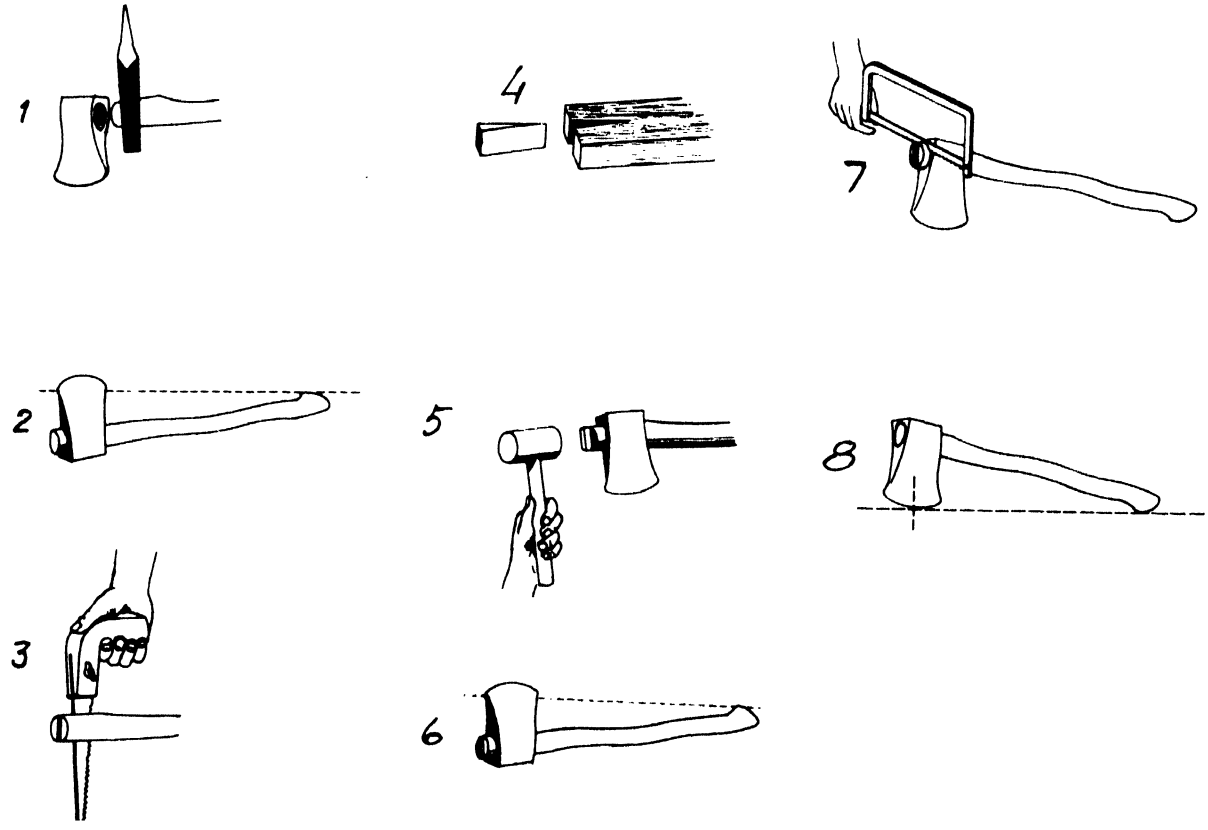


Fig. 29 - Emmanchement d'un nouveau manche de hache

Le calage du manche dans l'oeil du fer sert à maintenir le fer à sa place. Si le manche sèche, le bois rétrécit et le manche branle. On peut y remédier en trempant la hache dans l'eau pour une courte période afin que le bois puisse absorber de l'eau, gonfler et serrer le manche dans le fer.

Le coin peut être taillé dans un morceau de bois dur. Il est enfoncé dans le manche. Avant qu'il soit complètement enfoncé, on pratique des incisions avec un couteau des deux côtés. Puis quand le coin est complètement enfoncé, on peut alors le casser au-dessous du niveau du dessus du manche. Ultérieurement, le bois du manche tend à se gonfler par-dessus le coin et le maintient fermement.

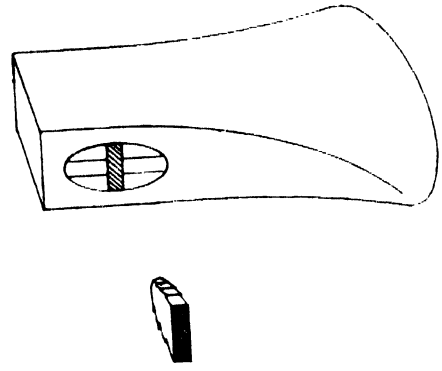


Fig. 30 - Coin de hache

Parfois un second coin, de petite taille et en acier, est enfoncé dans le manche à angle droit avec le coin du bois.

On fend l'extrémité du manche avec un ciseau. Si on veut, on peut ramollir le manche en le trempant dans de l'eau chaude pendant 20 à 30 minutes. On peut employer un coin ou deux.

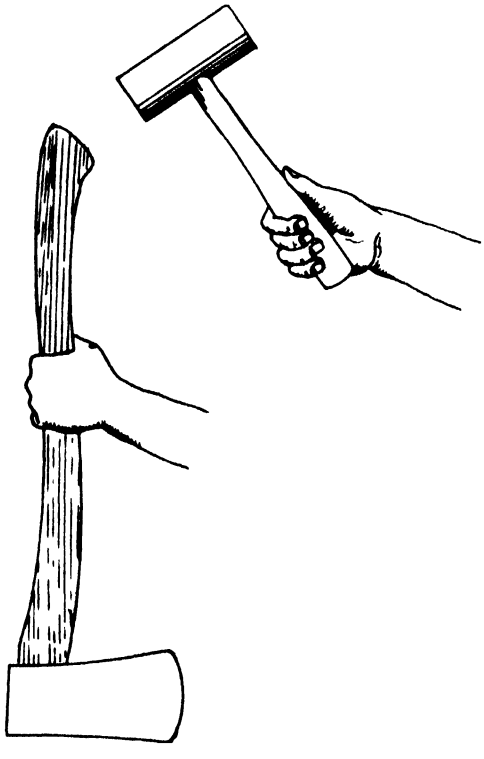


Fig. 31 - Ajustage du manche dans l'oeil du fer de hache

Il ne faut pas que le coin soit enfoncé au-delà de la profondeur de l'oeil du fer de hache. Les coins sont enfoncés dans la fente en posant le pommeau du manche sur le sol ou sur une surface solide; en maintenant le coin d'une main, on l'enfonce avec précaution pour le mettre en place. Lorsque le coin est dans le manche, on l'enfonce à force de coups de marteau.

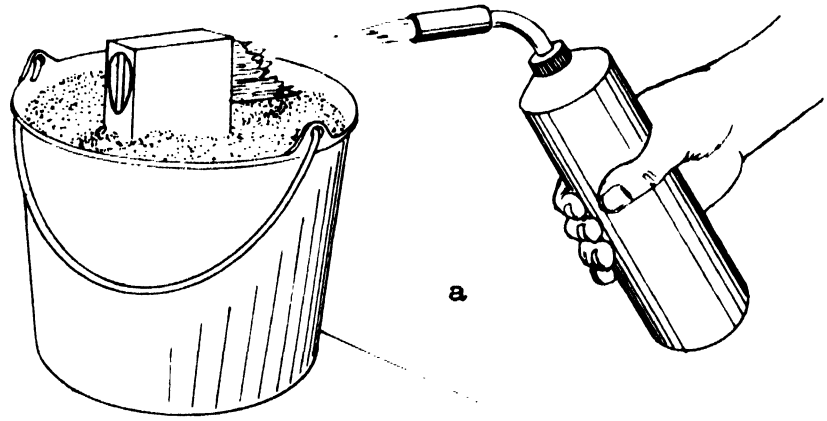
Lors de l'emmanchement de la hache, le serrage du fer sur le manche se fait généralement en tenant la hache le manche en l'air et en frappant avec un maillet sur le pommeau. Le bois étant plus léger que le fer se déplace plus rapidement que ce dernier lorsqu'on

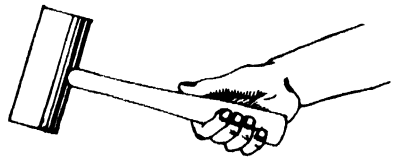
le frappe et pénètre donc dans l'oeil. Le serrage se poursuit jusqu'à ce que le fer rencontre l'épaulement (Fig. 31).

c. Remplacement des manches

Il arrive que les manches cassent au cours du travail en forêt. Cela cause des problèmes étant donné que le fer est fortement fixé au manche et qu'il est très difficile de le retirer pour le remplacer par un neuf.

Souvent, on coupe le manche cassé au ras du fer et on brûle le morceau restant dans le fer. Cette pratique n'est pas recommandée en raison du risque de détremper la lame. Toutefois, en prenant certaines précautions, on peut l'employer avec succès. Une méthode rapide consiste à enfoncer le fer de la hache dans un seau rempli de sable humide pour protéger la lame et de brûler le bois avec une lampe à souder (Fig. 32).





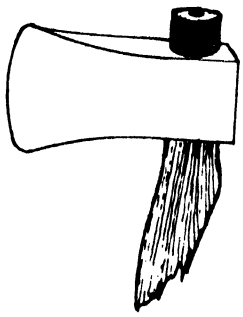


Fig. 32 - Remplacement des manches cassés
a) Brûlage du chicot de manche
b) Expulsion du chicot de manche

Une méthode plus courante consiste à chasser au marteau le chicot hors de l'oeil. L'oeil étant normalement plus large du côté où est le coin, il faut chasser le chicot depuis le côté opposé au coin.

Les scies

Les passe-partout

Le sciage est une des principales opérations de l'exploitation forestière. On utilise des scies pour abattre les arbres ainsi que pour les tronçonner en billons ou en grumes. Les scies ont remplacé les haches dans ces opérations car les haches provoquaient de trop grandes pertes de bois.

Une des principales conditions d'efficacité du sciage est l'emploi de mouvements longs et correctement rythmés. Le tronçonnage au moyen de la scie à un homme doit se faire avec un mouvement correspondant au moins à 3/4 de la longueur de la lame et plus si possible. Les mouvements longs maintiennent la lame en bonne condition plus longtemps. Avec les mouvements courts, la partie de la lame la plus utilisée s'émousse rapidement et l'avoyage de cette partie devient plus faible que celui du reste de la lame, ce qui augmente le frottement dans le trait.

Lors de l'abattage ou du tronçonnage au moyen d'un passe-partout à deux hommes, il est essentiel que la lame ne soit pas poussée par l'un ou l'autre des scieurs. Cela provoque un flambage et un serrage de la lame dans le trait.

Afin d'obtenir le maximum de productivité avec le minimum d'effort au cours du sciage, l'adoption d'un rythme de travail basé sur des mouvements alternatifs longs et continus est un facteur très important. L'allure adoptée doit être en accord avec la résistance des deux ouvriers. Avec la scie à bûches, 60 à 65 mouvements de va-et-vient par minute constituent un bon rythme de sciage. Un rythme plus rapide fatiguera rapidement le travailleur et résultera en mouvements plus courts et moins efficaces.

Il est très utile de bien comprendre comment travaille un passe-partout (Fig. 33). Cela crée un motif pour prendre soin de la scie, de son affûtage et de son entretien. Le modèle de passe-partout le plus largement utilisé aujourd'hui présente quatre dents coupante (1), une dent rabot (2), puis quatre dents coupantes, une dent rabot et ainsi de suite tout le long de la lame. Les dents coupantes sont biseautées alternativement de façon que chaque seconde dent coupe le bois du côté opposé du trait. Elles opèrent comme deux ciseaux, chacun d'eux tranchant un des côtés du trait. La dent rabot travaille comme une lame de rabot et détache les fibres coupées tout en les rassemblant dans le creux et chassant la sciure hors du trait.

Quand l'arbre est de grand diamètre, les creux doivent être assez grands pour entraîner les copeaux hors du trait et éviter

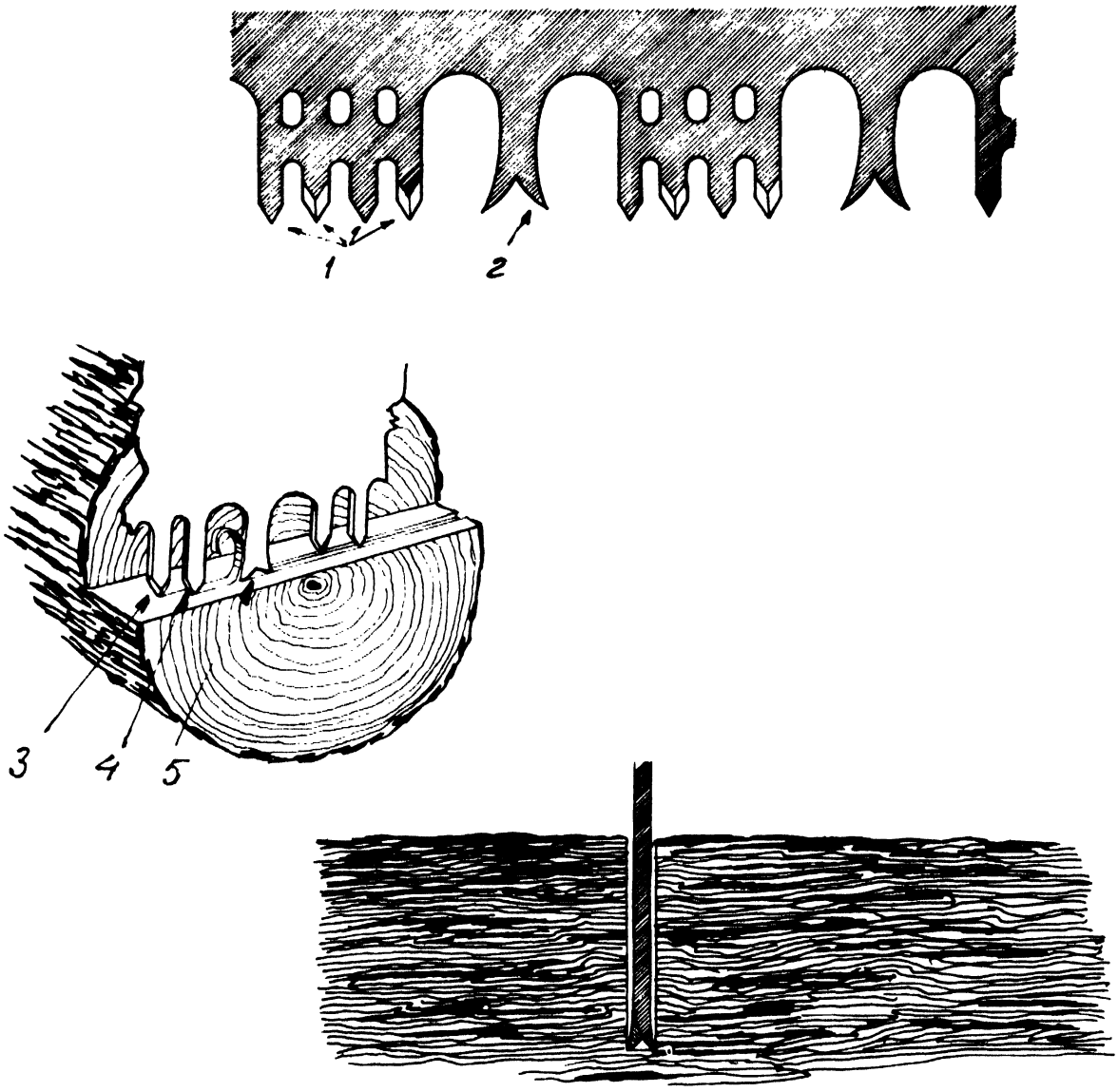


Fig. 33 - Action des différentes dents d'un passe-partout

le coincement de la lame. La dent (3) entaille la surface, la dent (4) entaille la surface de l'autre côté du trait et la dent (5) détache et enlève le bois entre les deux entailles. Le rapport entre les dents rabots et les dents coupantes doit être maintenu, car si les rabots sont trop courts, ils enlèvent trop peu de bois et il se produit un frottement considérable entre les dents coupantes et le bois non enlevé. Si les rabots sont trop longs, ils enlèvent trop de bois et travaillent dans des fibres non coupées, ce qui demande beaucoup d'énergie.

Le rapport entre les dents coupantes et les dents rabots doit tenir compte du fait que les dents coupantes ont tendance à comprimer le bois lorsqu'elles le coupent et que ce bois revient après le passage des dents. Il s'ensuit que les fibres du bois ne sont pas coupées aussi profondément que la pénétration de la dent. Les dents rabots suivant les dents coupantes doivent donc être plus courtes

de la valeur du ressaut du bois afin de ne pas détacher du bois non coupé.

La profondeur du rabot par rapport aux dents coupeuses varie selon le type de bois, son humidité, etc. Une bonne moyenne est de 0,30 mm, mais l'expérience montre s'il faut l'augmenter ou la diminuer.

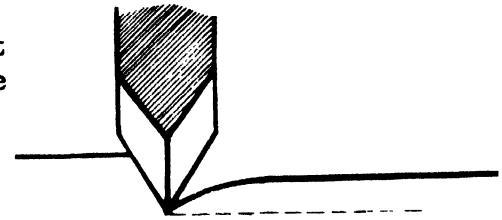


Fig. 34 - Fonctionnement d'une dent coupeuse de passe-partout

Il existe deux modèles fondamentaux de passe-partout selon qu'ils sont destinés à l'abattage des arbres ou à leur tronçonnage en grumes. Les scies d'abattage ont un dos concave et la distance entre les dents et le dos est étroite afin de faciliter l'introduction de coins. Elles sont flexibles et en général la lame s'amincit vers le dos. De cette façon on évite le serrage dans le trait et la lame a besoin de moins d'avoyage.

La scie à tronçonner à un homme et à manche courbé en usage en Chine est un outil très efficace que l'on peut employer aussi bien pour abattre que pour tronçonner les bois feuillus et les conifères.

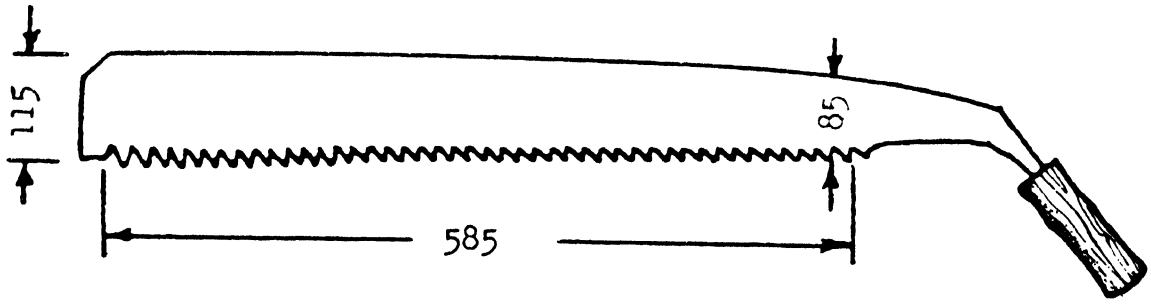


Fig. 35 - Scie chinoise à un homme à manche courbe

Longueur de la lame:	500 à 600 mm	
Epaisseur de la lame:	du côté des dents:	1,5 à 2,0 mm
	du côté du dos:	1,0 mm
Largeur:	environ 60 à 100 mm	

Cette scie est faite en acier de haute qualité: acier à haute teneur en carbone par exemple. Elle a un manche courbé et non parallèle à la lame. Au cours du travail, l'effort de traction a deux résultats: parallèlement à la lame, il coupe et, perpendiculairement, il alimente la scie. Il en résulte une grande efficacité. En raison de la faible longueur de la lame, elle est très pratique et peut être facilement transportée en forêt. De plus, son entretien est très simple en raison de sa denture uniforme.

a. Entretien des scies passe-partout

L'appareil utilisé pour vérifier que toutes les dents ont une même longueur s'appelle un égalisateur de dents. On l'achète normalement chez les fabricants de scies, mais il peut facilement être confectionné par l'ouvrier forestier ou par le forgeron du village (Fig. 36).

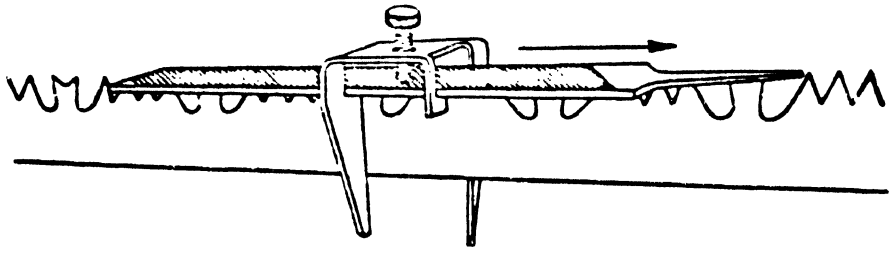


Fig. 36 - Bloc d'avoyage pour passe-partout

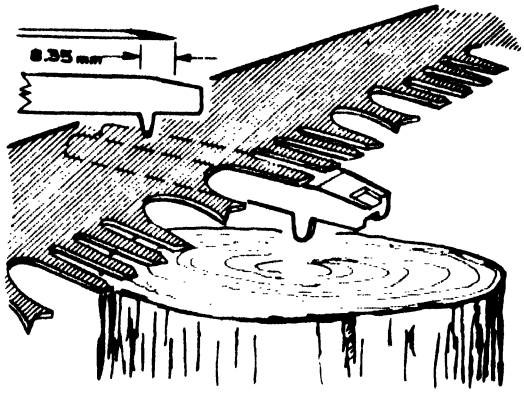


Fig. 37 - Avoyage des passe-partout

Le modèle du commerce est fait d'acier à haute teneur en carbone. La surface de la partie servant à ajuster les dents rabots doit être plus résistante que la lime qui repose dessus pendant le limage des rabots. C'est un outil qui paraît très simple mais dont la confection demande une grande précision.

Il existe deux méthodes pour avoyer les dents de scie: par torsion ou au marteau. On utilise de préférence l'avoyage au marteau pour les passe-partout alors que l'avoyage par torsion est employé presque exclusivement pour les scies à bûches. L'avoyage par torsion n'est pas recommandé pour les passe-partout car il peut provoquer la torsion de toute la dent au lieu de la pointe seulement et parce qu'il semble ne pas tenir longtemps.

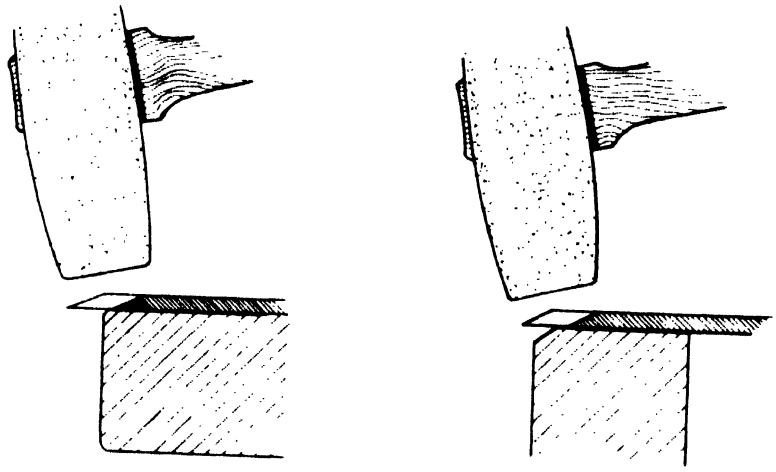


Fig. 38 - Avoyage au marteau des dents d'un passe-partout

Il existe deux possibilités pour l'avoyage au marteau, soit en se servant d'une enclume de ferblantier, soit une enclume à main. Cette dernière est préférable car elle est plus facile à utiliser et est plus versatile.

Le degré d'avoyage est variable: il est pratiquement nul pour les bois feuillus secs et peut atteindre 1 mm dans les bois très tendres. Une dépouille latérale de 0,25 mm est une moyenne. L'inclinaison du biseau de l'enclume doit être de l'ordre de 30° ce qui permet un avoyage de 0,50 mm au maximum.

Lorsqu'on travaille avec un passe-partout de 1,5 à 2,00 mm de long, l'emploi d'une enclume fixée sur une souche est incommode pour un seul homme mais convient bien pour travailler à deux, l'un des ouvriers tenant la lame et l'autre le marteau.

Lors de l'emploi de l'enclume à main pour l'avoyage, on utilise un marteau à tête étroite afin de frapper sur une seule dent et ne pas toucher les dents voisines. L'enclume à main est une pièce d'acier pesant environ 1 kg avec une face plane. Un morceau d'axe ou d'arbre de transmission de 3,75 cm de diamètre et de 12,50 cm de long peut faire l'affaire. L'enclume à main n'a pas besoin de biseau comme pour l'enclume de ferblantier bien que cela soit plus pratique.

b. <u>Appareils à affûter les scies</u>

Une souche d'arbre de peu de valeur coupée à la hauteur du coude constitue un dispositif pratique pour l'affûtage des passe-

partout sur les lieux du travail. On pratique un trait oblique puis un trait droit sur la surface de la souche. La scie est enfoncée dans cette fente, le dos vers le bas, et est maintenue par des petits coins de bois (Fig. 39).

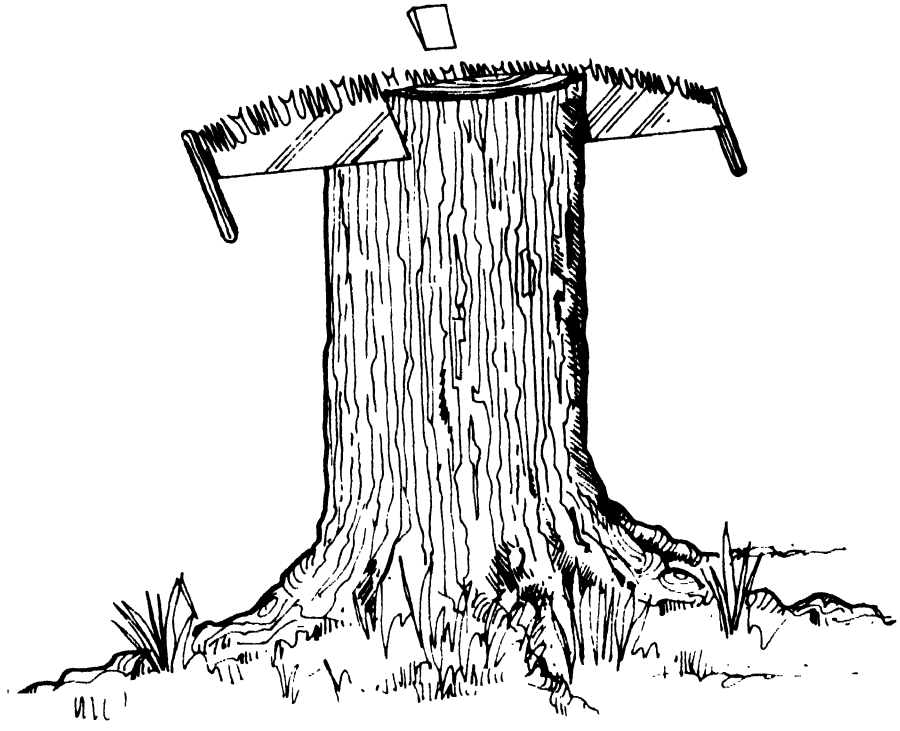


Fig. 39 - Etau d'affûtage fait d'une souche

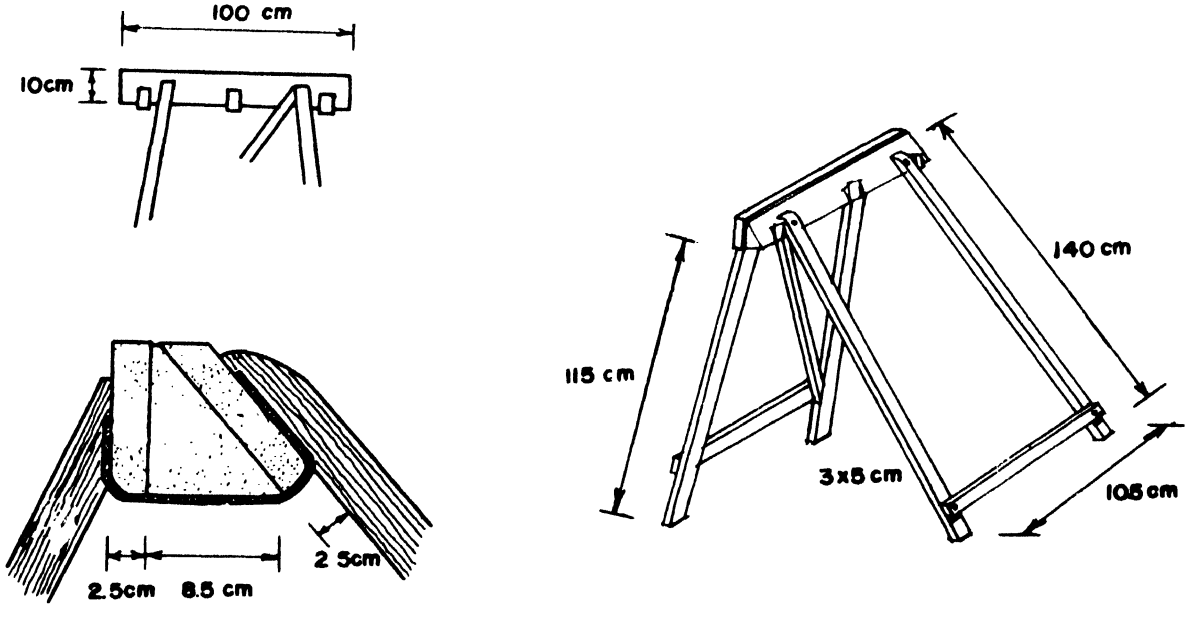


Fig. 40 - Etau d'affûtage des passe-partout transportables

Les bûcherons expérimentés utilisent souvent un étau en bois transportable. Il est fait de deux planches enfermant une pièce de bois centrale en forme de coin et reliées par des bandes de cuir. Quatre pieds en bois sont vissés sur les planches. La scie est maintenue soit verticalement, soit obliquement entre la pièce centrale et l'une des planches lorsque l'étau est dressé. On emploie généralement du bois dur pour les mâchoires alors que les pieds sont faits de bois tendre plus léger. Cet étau peut être utilisé pour les passe-partout et pour les scies à bûches.

c. Manches de passe-partout

Souvent des manches brevetés sont vendus avec les scies. Si toutefois ce n'est pas le cas, il existe une quantité de moyens simples pour fixer les manches (Fig. 41). En (a) on façonne un morceau de tôle autour d'une forme en bois ou en fer (1) de la dimension du manche (2) qui sera utilisé. La pièce métallique reste plate sur 3 cm et cette partie est percée de trous destinés à recevoir les boulons qui fixeront le manche sur la lame (3). Les extrémités de la pièce (4) sont pliées à angle droit pour augmenter la rigidité et la résistance du support de manche.

En (b) le manche est entièrement en bois. Il est taillé pour permettre de travailler avec les deux mains, l'une sur une poignée, l'autre sur une tige verticale. Une rainure est pratiquée dans le bois (5) dans laquelle on introduit la lame qui est fixée avec trois boulons. En (c) le support de manche est un morceau de tôle façonné puis fixé sur la lame au moyen de deux boulons. La découpe en pointe ajoute une certaine rigidité à cette pièce.

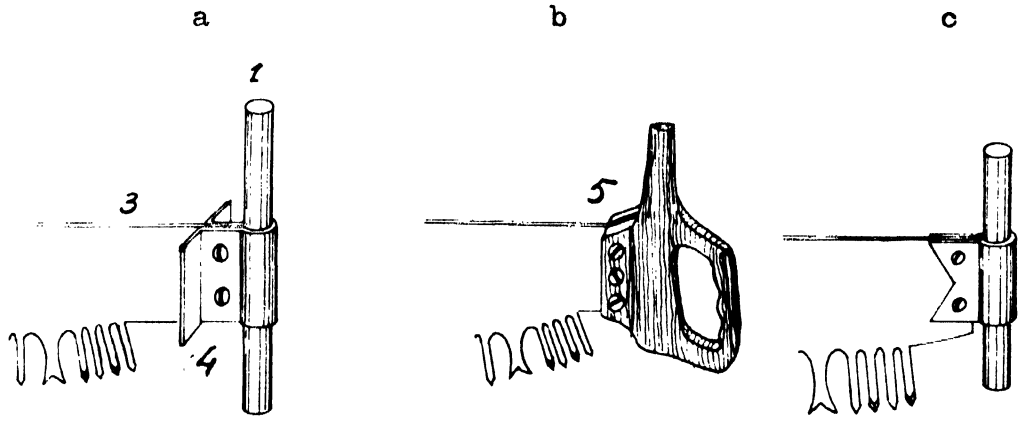


Fig. 41 - Différents modèles de manches de passe-partout

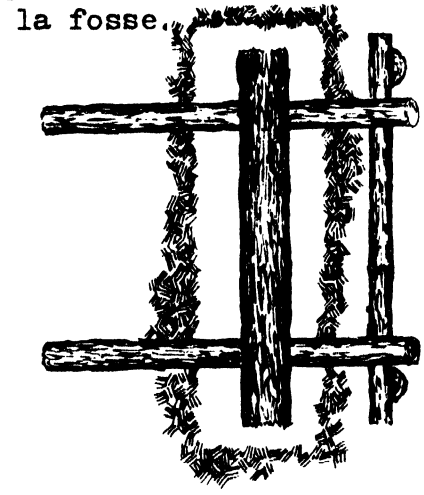
Sciage de long

La production d'équarris et de madriers en forêt à partir de grumes n'est pas rare dans les pays les moins développés. Cela est fréquent lorsqu'il est souhaitable d'employer une main-d'oeuvre nombreuse ou en l'absence de routes: les produits sont alors transportés à la main ou avec des bêtes de somme sur de grandes distances jusqu'aux points où le transport par route est possible.

Le sciage de long se faisait en principe au moyen d'une fosse (Fig. 42). On construit un cadre au moyen de grumes au-dessus d'une fosse naturelle, d'un ravin ou d'une tranchée creusée sur une profondeur de 75 cm environ. Les dimensions de cette tranchée, largeur, longueur et profondeur varient avec la hauteur et la disposition du cadre mis au-dessus. Elles dépendent de la taille de l'homme situé dans la fosse pour tirer la scie et de la technique qu'il emploie.

On peut utiliser la même technique sans fosse, au moyen d'un échafaudage suffisamment haut pour que l'homme qui tire la scie puisse travailler au-dessous de la grume.

Le cadre qui supportera la grume consiste en deux troncs inclinés sur lesquels on roulera la grume à scier. Lorsque celle-ci est en position au-dessus de la fosse, on la cale avec des coins pour éviter qu'elle ne revienne en arrière. Parfois on pratique des entailles dans les deux troncs inclinés, juste au-dessus de la fosse.



Une fois la grume à scier en position, on effectue un premier trait. Parfois l'écorce est enlevée le long de la ligne où l'on se propose de faire ce premier trait. Un cordeau à tracer enduit de craie, de plombagine ou de toute autre couleur est placé sur la grume de manière à figurer la ligne d'équarrissage. En maintenant solidement les deux extrémités du cordeau bien tendu, on soulève celui-ci en son milieu puis on le lâche brusquement. La couleur laissera sur la grume une marque précise que les scieurs devront suivre.

Selon la dimension de la grume et la densité du bois, la production d'équarris par la scie de long varie de une grume à trois par

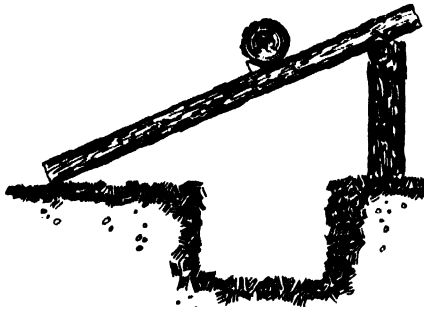


Fig. 42 - Fosse de sciage de long

jour. La température joue un rôle primordial dans la production étant donné que l'effort humain et la production correspondante décroissent rapidement avec l'augmentation de la température.

La scie utilisée pour le sciage de long est très différente du passe-partout courant à deux hommes qui est conçu pour couper en travers le fil du bois. Elle ne présente pas de dents rabots mais de grandes dents triangulaires inclinées vers la partie inférieure de la lame.

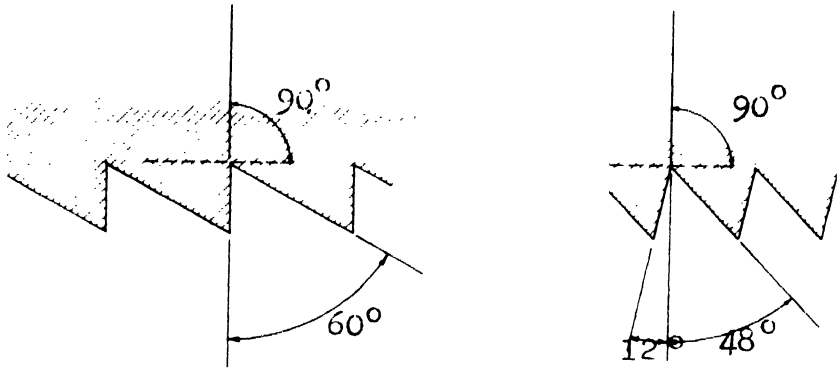


Fig. 43 - Dents de scies de long

Il faut deux hommes pour manier la scie. L'un se tient sur la grume et l'autre dans la fosse. C'est dans cette position plutôt incommode que les deux ouvriers travaillant difficilement enlèvent avec peine les dosses de la grume pour l'équarrir ou la transforment en madriers. Le scieur du dessus tire la scie alors que l'essentiel du travail est fait lors du mouvement de la lame vers le bas par l'ouvrier de dessous, aidé par le poids de la lame et par l'inclinaison des dents.

Au fur et à mesure que la scie avance, le trait est maintenu ouvert à l'aide de coins de bois qui évitent à la scie de se coincer. Les manches de la scie forment un angle droit avec la lame. Souvent il n'y a qu'un point d'attache du manche à la lame; le manche se desserre et devient inefficace. Il est parfois consolidé avec du fil de fer mais des solutions plus durables sont à rechercher.

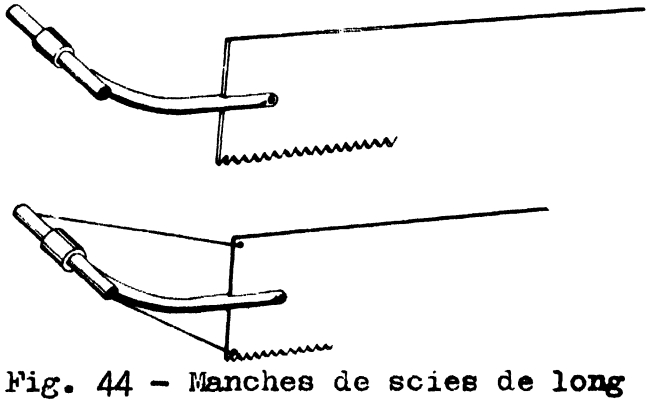
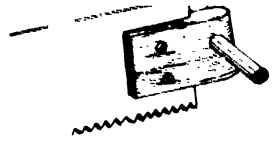


Fig. 44 - Manches de scies de long

On peut adopter un manche en bois selon le modèle figuré. Il a deux points de fixation sur la lame. Le manche inférieur doit être détachable facilement afin de pouvoir retirer la lame du trait quand cela est nécessaire. C'est pour cette

raison que le manche présente une fente qui s'adapte à la lame et peut être maintenu en place au moyen de chevilles.



Les dents des scies à refendre présentent un côté antérieur rectiligne qui s'incurve au fur et à mesure de l'affûtage. Le creux ou gorge joue un rôle essentiel au cours du sciage car c'est de lui que dépend l'avance que la scie peut avoir. Si cet espace destiné à recevoir et évacuer la sciure est insuffisant ou a une mauvaise forme, la scie "bourrera".

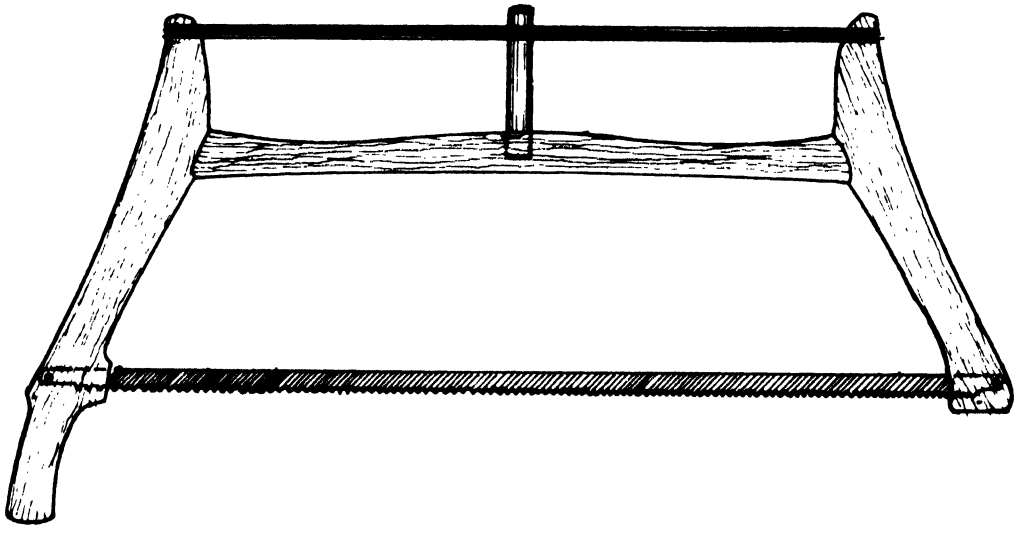


Fig. 45 - Scie à bûches à cadre de bois

Scies à bûches

Dans la plupart des pays pourvus de forêts, la scie à bûches a remplacé le passe-partout chaque fois que la dimension des arbres le permet. Comme on peut le penser, la scie à bûches est un outil pour les petits arbres ou les petites grumes, peut-être jusqu'à 50 cm de diamètre. Au-dessus de cette dimension, le passe-partout aura de meilleures performances. Plus l'arbre ou la grume à scier sont gros, plus le problème de l'évacuation des sciures hors du trait est important. Une scie longue, permettant l'évacuation de la sciure des deux côtés du trait, est la plus efficace.

Le principe de construction de la scie à bûches est simple: deux montants aux extrémités, dont un muni d'une poignée, une traverse centrale ayant d'un côté la lame et de l'autre une corde qui peut être resserrée en la tordant pour tendre la lame (Fig. 45).

Le cadre en bois facile à faire manuellement a été remplacé dans la plupart des pays par un cadre en acier tubulaire en forme d'arc, d'où le nom parfois adopté de scie à arc (Fig. 46). Le cadre est courbé de manière à donner la tension à la lame. Il

est léger et très maniable mais a tendance, avec le temps, à perdre sa tension si on ne prend pas soin de relâcher celle-ci lorsqu'on ne se sert pas de la scie. Le cadre en bois dont la corde provoque la tension de la lame permet un bien meilleur contrôle de celle-ci, aussi bien pendant qu'en dehors du travail.

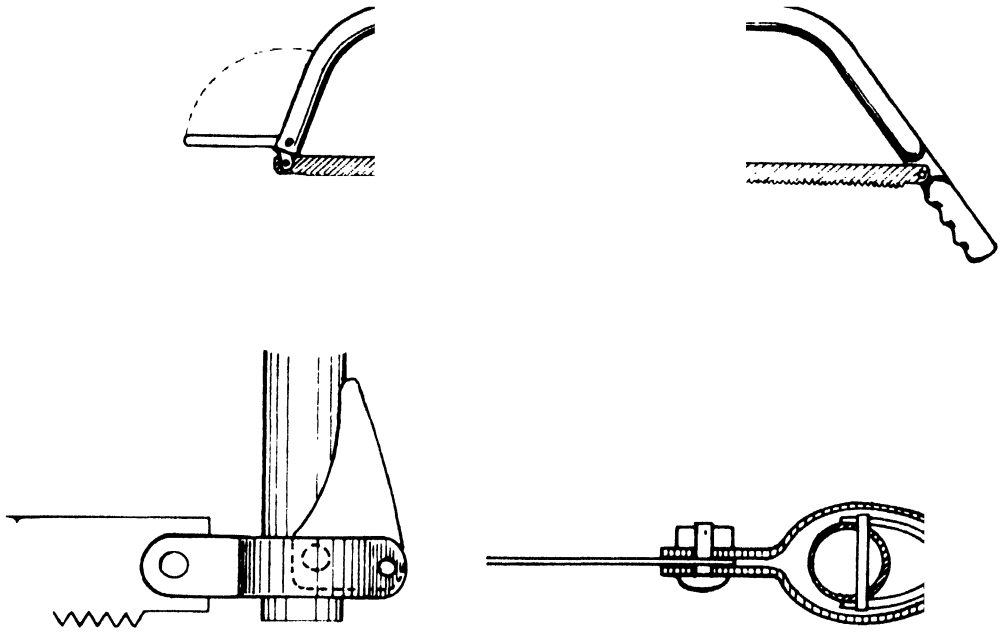


Fig. 46 - Scie à bûches métallique

Un levier de tension à ressort placé à l'une des extrémités du cadre tubulaire permet de relâcher la tension lorsque la scie n'est pas utilisée. Il permet également un démontage très facile de la lame pour quelque raison que ce soit.

Le fait de pouvoir le fabriquer aisément avec des matériaux que l'on trouve sur place est un aspect favorable du cadre en bois. Pourvu que l'on connaisse la longueur de la lame, et celle-ci est normalement de 1, 25 m, il suffit d'acheter la lame et un morceau de corde.

Une nouvelle technologie: la lame à dents trempées a joué un grand rôle dans l'utilisation efficace de la scie à bûches. Les lames de scies à dents émoussées mal affûtées, ou encore mal avoyées, provoquent une grande dépense d'énergie. C'est pour cette raison que la scie à bûches ne s'est pas répandue dans certains pays en développement. Si on surmonte cette difficulté grâce à la lame à dents trempées, que l'on utilise jusqu'à ce qu'elle soit émoussée et que l'on jette ensuite, la scie à bûches à un homme est un outil très efficace.

La lame de la scie à bûches peut avoir uniquement des dents

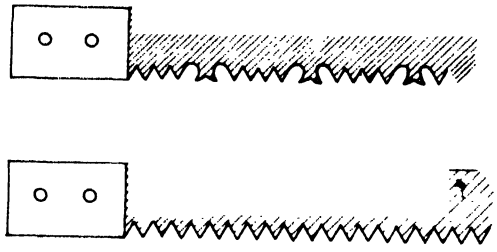


Fig. 47 - Lames et dentures des scies à bûches

triangulaires ou avoir une dent rabot toutes les quatre dents coupantes. Les dents rabots n'ont pas besoin d'avoir un creux aussi important que celui des passe-partout plus longs et plus épais. En effet la lame de la scie à bûches, plus courte, n'accumule pas autant de sciure que le passe-partout.

a. Egalisateurs de dents pour lames de scie à bûches

Egaliser les dents d'une lame de scie, c'est limer la pointe des dents pour qu'elles aient toutes la même hauteur. Cela est très important car si une ou plusieurs dents sont plus longues que les autres, elles accrochent et la lame se coince, ce qui empêche le mouvement long et uniforme de la scie qui est essentiel. Si les dents sont trop courtes, elles ne coupent pas et sont donc inefficaces. On règle donc le niveau des dents au moyen d'une lime plate que l'on passe sur toutes les pointes jusqu'à ce qu'elles soient alignées. La lime est généralement déplacée dans un seul sens: celui du sciage.

Pour que la lime soit tenue correctement et perpendiculairement à la lame, on peut fabriquer un support en bois bon marché (Fig. 48).

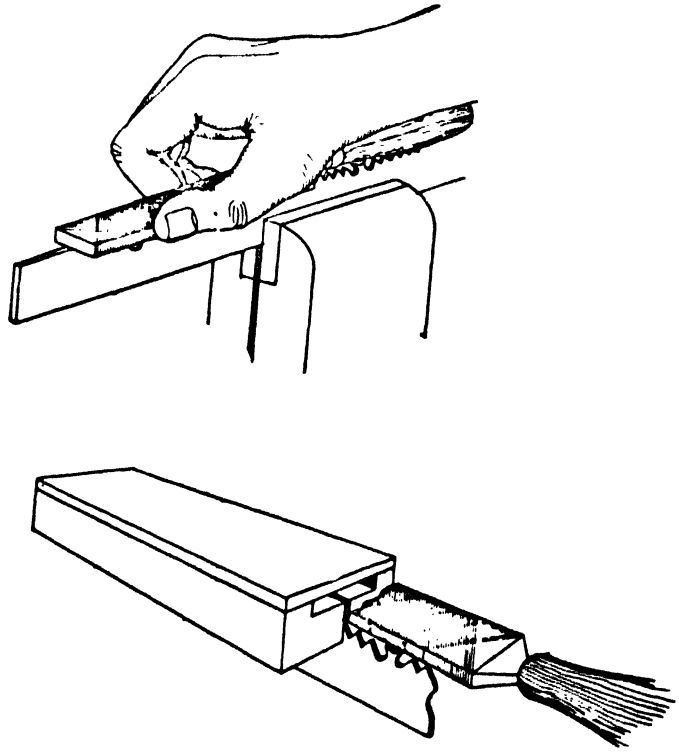


Fig. 48 - Egalisateurs de dents

b. Outils d'avoyage

L'avoyage d'une scie consiste à tordre alternativement les dents coupantes vers l'extérieur. Le but de cet avoyage est de permettre à la lame de couper une largeur de trait suffisante pour éviter qu'elle ne coince. La voie doit être juste ce qu'il faut car une voie trop large fait flotter la lame dans le trait au lieu de la guider avec précision.

Les dents des scies à bûches sont généralement avoyées par torsion au moyen d'un outil spécial dans lequel est pratiqué une entaille qui s'ajuste à l'extrémité de la dent et permet de la tordre de la valeur nécessaire (Fig. 49).

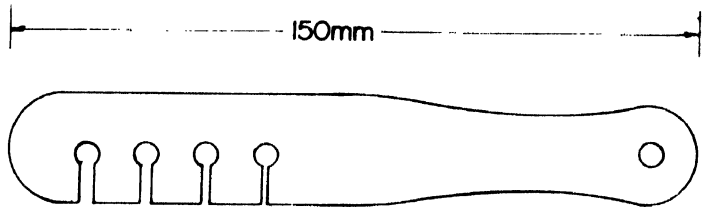


Fig. 49 - Tourne-à-gauche pour scie à bûches

L'outil à avoyer, ou tourne-à-gauche peut avoir une seule encoche pour l'épaisseur normale des lames, ou une série d'encoches s'adaptant à différentes épaisseurs de lames. Le fond de l'encoche présente un espace arrondi destiné à protéger la pointe de la dent pendant la torsion.

Aussitôt après l'égalisation des dents et leur avoyage, il faut vérifier de nouveau que toutes les dents sont bien alignées et ont une voie uniforme et, si nécessaire, procéder aux rectifications. L'uniformité est essentielle pour éviter, comme il a déjà été dit, qu'une ou plusieurs dents trop longues ou trop avoyées entravent l'efficacité du sciage.

Après l'affûtage à la lime de la lame, il subsiste souvent des barbes ou morfil à l'extérieur des dents. Ce sont des particules d'acier qui ne se sont pas détachées. Si on dispose d'une pierre à aiguiser fine on peut l'utiliser pour détacher ce morfil. Sinon, on peut fabriquer un ciseau à morfiler que l'on utilise pour couper ces barbes. Ce ciseau peut être fait avec un morceau de vieille lame de scie; on coupe les dents de la lame puis on taille le morceau en pointe et on affûte cette pointe en biseau, laissant un côté plat.

Les trous des extrémités de la lame, par lesquels elle est attachée au cadre au moyen de chevilles, doivent être faits à peu près au milieu de la lame. Au fur et à mesure de l'affûtage, la largeur de la lame diminue et de nouveaux trous doivent être pratiqués. Un appareil à poinçonner très simple peut être fabriqué au moyen d'un petit bloc d'acier doux (1) dans lequel on pratique une rainure large de 2mm (2) et un trou placé convenablement qui recevra un poinçon en acier trempé (3). La lame est placée dans la rainure et le poinçon est frappé au marteau pour faire le trou nécessaire.

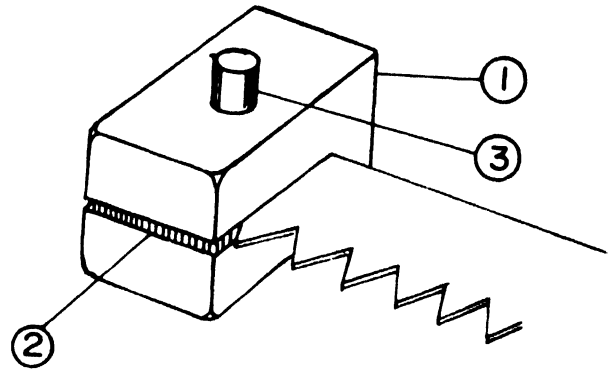


Fig. 50 - Appareil à perforer les lames de scie

Chevalets de sciage

Un chevalet de sciage consiste normalement en deux côtés en forme de croix, maintenus ensemble et entretoisés solidement à une certaine distance l'un de l'autre. Il est utilisé pour débiter en bûches des perches longues, généralement pour le bois de chauffage.

Si les perches sont de longueur très variable, le chevalet ordinaire ne convient pas. On peut alors employer un chevalet fait de deux parties séparées que l'on peut déplacer et qui peuvent servir pour toutes les longueurs de bois (Fig. 51).

On peut également n'utiliser qu'un chevalet en laissant l'autre extrémité de la perche reposer sur le sol.

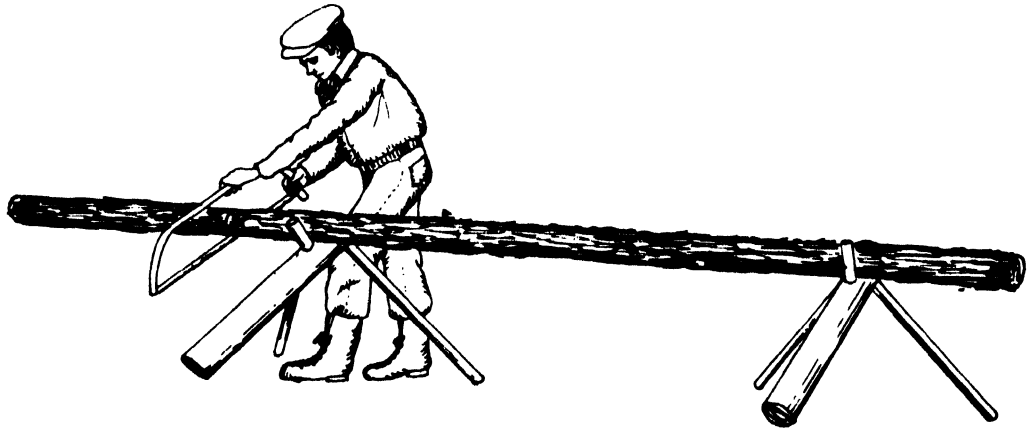


Fig. 51 - Chevalet de sciage

Chevalet à planer

Si les planches ou les bardeaux ont besoin d'être travaillés ultérieurement à la plane, on a besoin d'un chevalet spécial. Ce chevalet à planer peut être fabriqué avec des sciages bruts ou des bois équarris à la hache. Un madrier de 1,50 à 2,00 m de long, 20 cm de large et 5 cm d'épaisseur servira de table. On y fixe quatre pieds, deux de 0,35 m et deux de 0,70 m. A un point situé à 0,50 m du sommet du madrier maintenant incliné, on découpe une ouverture de 5 x 10 cm. On introduit dans cette ouverture une pièce de bois verticalement, dont la largeur est légèrement inférieure à 5 cm et qui est maintenue par un boulon d'environ 6,5 mm de diamètre. Le montant peut ainsi osciller d'avant en arrière.

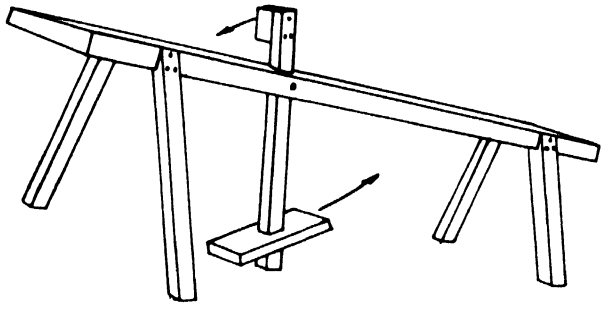


Fig. 52 - Chevalet à planer

On fixe une pédale en bas du montant et une pièce de bois devant servir de mâchoire à son extrémité supérieure. Assis sur la partie haute du madrier, l'ouvrier pousse avec ses pieds la pédale vers l'avant, la mâchoire bascule et maintient fermement la pièce à travailler comme dans un étau.

Les coins

Coins d'abattage, de tronçonnage et de sciage en long

Ces coins sont généralement faits d'acier doux et munis d'une douille (1) dans laquelle on peut insérer une cheville de bois (2). Cette cheville constitue un amortisseur et permet d'enfoncer le coin avec suffisamment de force. Bien que la durée de cette cheville ne soit que d'une à deux semaines, comparée à celle des coins tout acier, elle peut être facilement remplacée. Ce modèle de coin est considéré comme beaucoup plus sûr que le coin tout acier car ce dernier s'écrase et peut produire de dangereux éclats (Fig. 53).

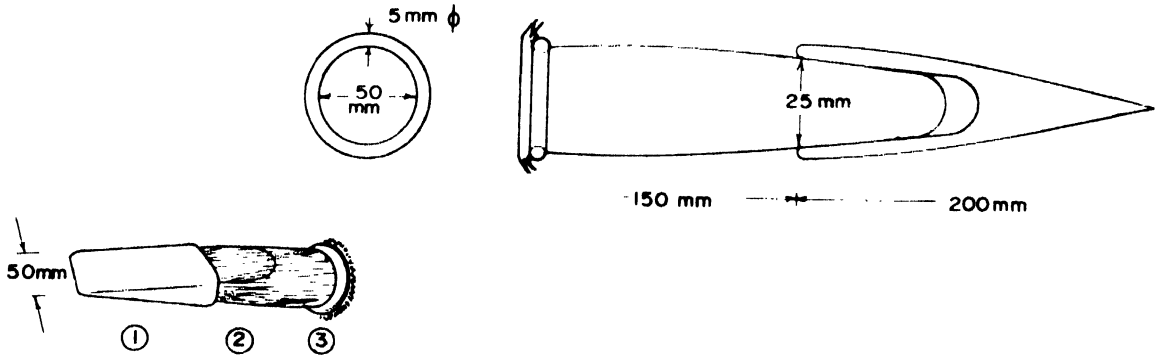


Fig. 53 - Coin à douille

Le coin lui-même est fait d'acier doux et peut être fabriqué par n'importe quel forgeron. La douille est faite de façon à laisser un espace vide entre le fond et l'extrémité de l'embout. Cela aide à amortir une partie du choc quand on enfonce le coin. Un anneau métallique (3) entourant l'extrémité supérieure de l'embout permet d'éviter la fente de celui-ci et limite l'écrasement des fibres de la partie supérieure.

Dans de nombreux cas, on utilise des coins de bois dur pour l'abattage aussi bien que pour le tronçonnage. Ces coins durent moins que les coins en métal combinés avec le bois, mais coûtent bien moins cher. Le bois utilisé doit être bien sec et est débité à la scie selon la longueur et la forme désirées. Leurs dimensions dépendent de l'usage auquel ils sont destinés.

Pour l'abattage et le tronçonnage avec la scie à bûches, ou bien pour le tronçonnage au passe-partout, on utilise de petits coins métalliques. Généralement, les coins sont faits avec de l'acier au carbone, mais moins dur que celui utilisé pour les fers de hache que l'on emploie parfois pour enfoncer ces coins. On utilise souvent des coins en alliage d'aluminium quand on travaille avec des scies à chaîne.

Ces coins présentent souvent sur leurs côtés une arête qui guide le coin quand on l'enfonce.

Coins à fendre

Les coins utilisés pour fendre le bois de chauffage, principalement les bois feuillus, peuvent être plus compliqués que ceux déjà décrits, et plus efficaces. Ils sont faits en acier au carbone et pèsent entre 600 et 700 g. Ces coins présentent des arêtes sur leurs faces qui maintiennent le coin en place et lui évitent de ressortir brusquement de la fente dans laquelle on l'enfonce. Ces coins ont à peu près 150 mm de long et un tranchant d'environ 45 mm de large (Fig. 54).

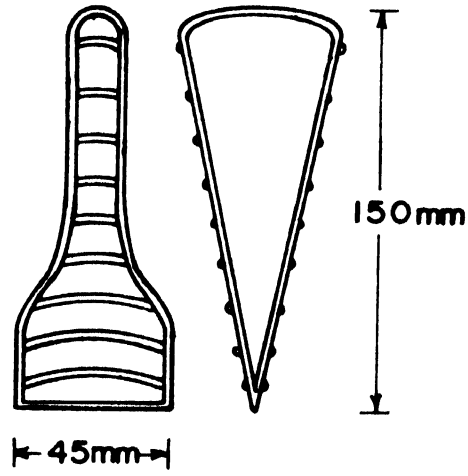


Fig. 54 - Coin à fendre

Un autre moyen de fendre le bois, qui ne s'emploie que pour des bûches courtes, est d'enfoncer la bûche sur un couteau fixe ou sur un coin pour la fendre (Fig. 55). On place la bûche sur le coin et on la frappe avec une masse, le premier coup "assoit" la bûche et le second est généralement suffisant pour la fendre complètement. Il existe différentes formes de ces appareils, leur

grand avantage étant qu'ils ne sont pas frappés directement et ont donc une durée beaucoup plus grande que les coins que l'on enfonce.

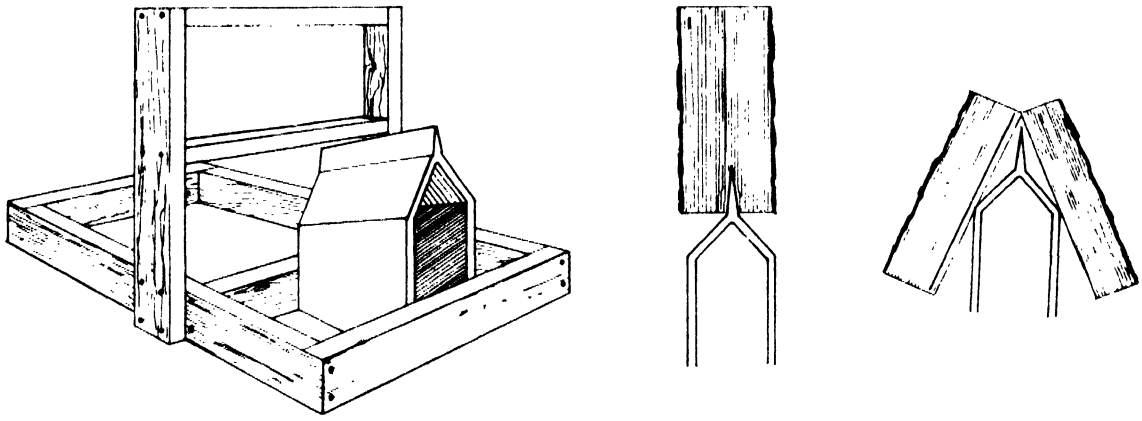


Fig. 55 - Coins à fendre le bois de chauffage

Masses et maillets

Les masses sont utilisées pour enfoncer les coins, soit pour tenir un trait de scie ouvert, soit pour fendre le bois longitudinalement. C'est une très mauvaise habitude d'employer le dos de la hache pour enfoncer les coins car les haches sont souvent faites en fer doux, particulièrement celles faites localement. Leur utilisation pour frapper les coins déforme l'oeil et le rend inutilisable (Fig. 56).

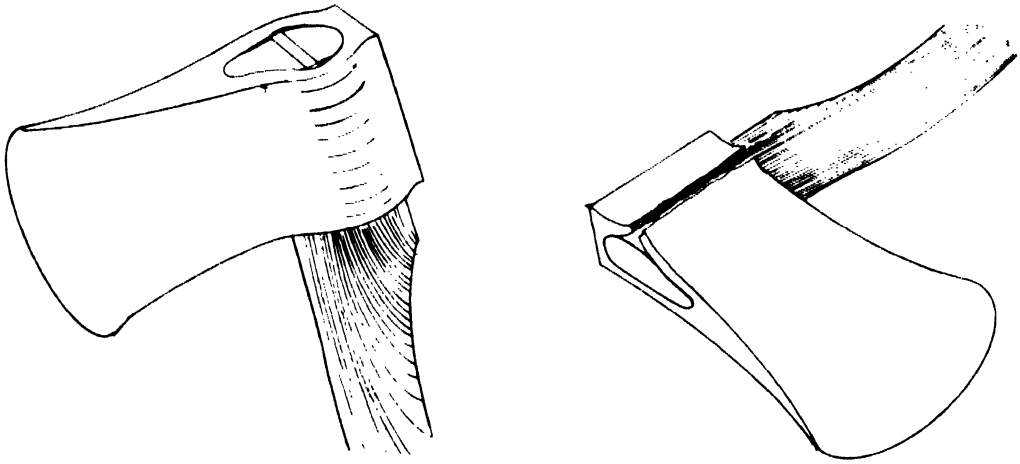


Fig. 56 - Dommages causés aux fers de hache par la frappe

Les masses sont faites le plus souvent de fer ou d'acier, si ces métaux sont facilement disponibles. Une masse doit peser environ 3 kg et son manche doit être droit et avoir une longueur d'à peu près 80 cm. On utilise le fer pour les masses destinées à enfoncer les coins de bois alors que les masses en acier servent pour les coins en acier. L'acier de la masse doit alors être plus doux que celui des coins. Cela évite les éclats de métal. Les deux tables des masses métalliques doivent être chanfreinées (Fig. 57).

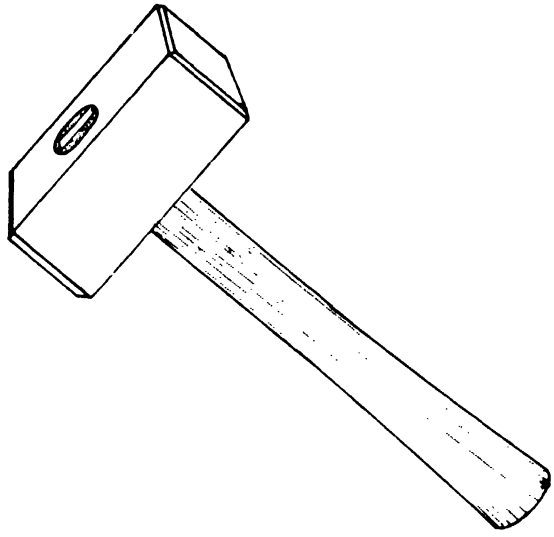


Fig. 57 - Masse

Les marteaux à tête de bois ou maillets ont de nombreuses utilisations en forêt. Ils peuvent être employés pour frapper les coins ou certains outils coupants. Un modèle de maillet peut être fait d'un court morceau de tuyau de 10 cm de diamètre environ et de 12,5 cm de long (5). On découpe une ouverture au milieu de ce tube (1) afin de permettre d'y adapter un manche en bois (2). Ce manche qui est plus large à son extrémité supérieure (3), est entré à force dans l'ouverture au travers d'une pièce de bois dur introduite dans le tuyau (4). Le tuyau donne du poids au maillet et empêche la tête en bois dur de se fendre (Fig. 58).

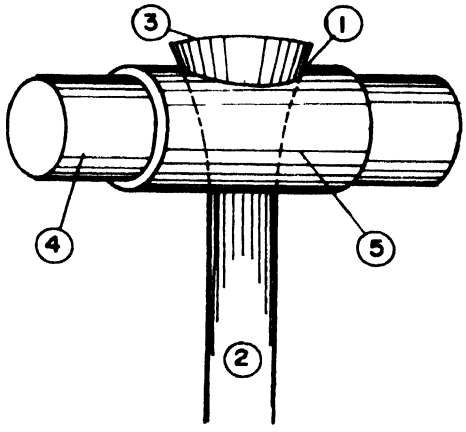


Fig. 58 - Maillet à face de bois

Couteaux à débroussailler et machettes

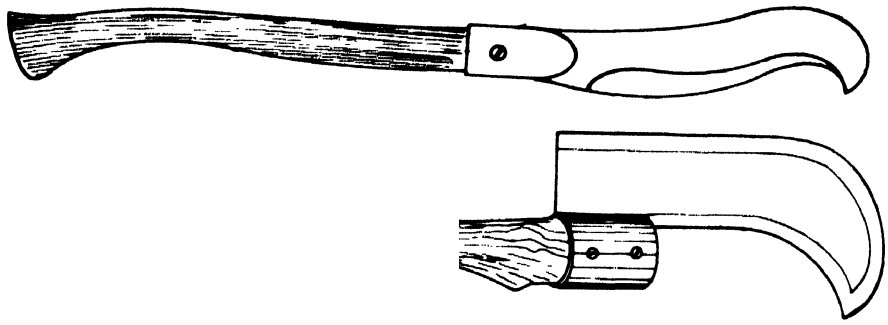


Fig. 59 - Couteaux à débroussailler

Dans beaucoup de pays, on emploie des machettes pour couper les broussailles et cela de façon très efficace. Toutefois il y a bien des régions où les machettes ne sont pas courantes et on peut fabriquer des serpes d'un modèle adapté au travail à faire. Une serpe simple à deux tranchants peut être faite par un forgeron (Fig. 60). Cette serpe a un manche rond qui s'adapte à un morceau de tube de 10 cm de long et 3 cm de diamètre. Une des extrémités du tube est aplatie pour recevoir la hampe de la serpe qui peut être faite avec une vieille lame de ressort de camion en bon acier trempé. Dans le morceau de tube sont percés deux trous qui reçoivent les boulons destinés à fixer solidement le fer de la serpe au manche. Ce fer est aiguisé soigneusement ainsi que le tranchant du dos.

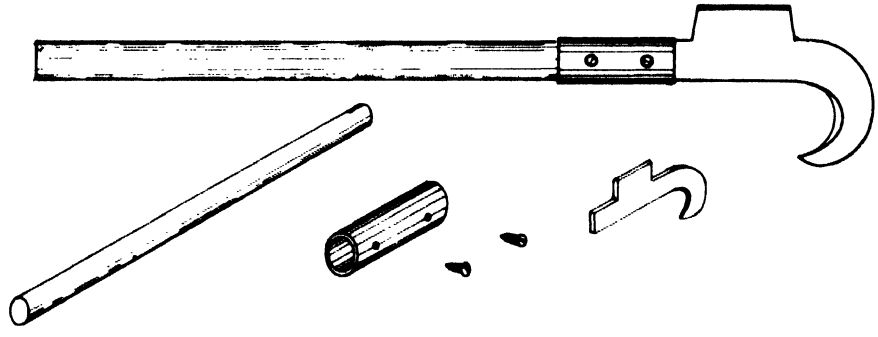


Fig. 60 - Serpe faite par un forgeron

Un autre modèle de couteau à débroussailler employé pour des broussailles peu fourrées a les dimensions suivantes: poids 1300 g, longueur de la lame 220 mm, longueur totale 840 mm. Le manche est un vieux manche de hache et la lame faite avec un acier de bonne qualité.

Etant donné que les couteaux à double tranchant sont utilisés dans les deux sens, leur manche doit être droit. Une serpe de ce type peut être fabriquée avec un vieux ressort de camion façonné et aiguisé. Il faut cependant préférer l'acier à outil à haute teneur de carbone.

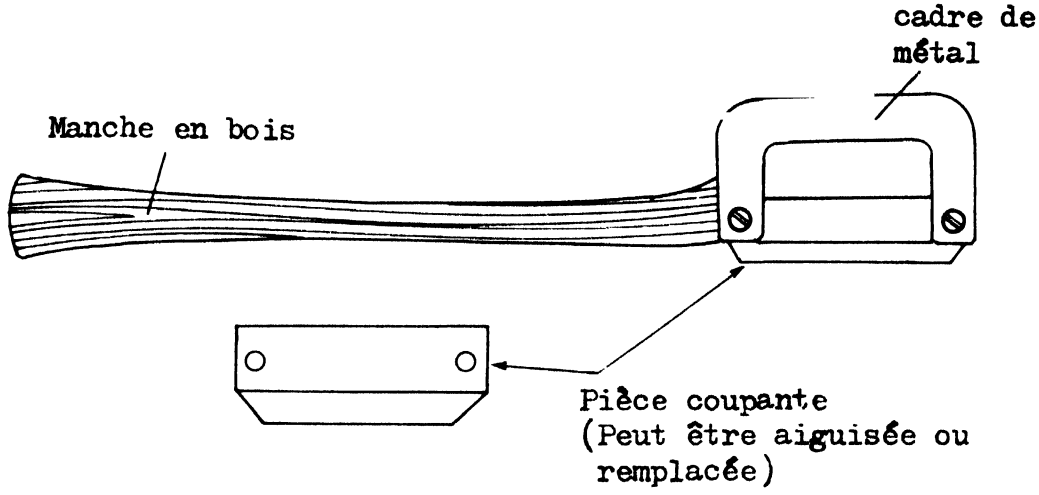


Fig. 61 - Couteau à débroussailler à lame interchangeable

Cet outil (Fig. 61) est utilisé pour couper de petits arbres jusqu'à 10 cm de diamètre. Il a un manche en bois très semblable à celui d'une hache, un cadre métallique et une lame amovible permettant un affûtage facile ou son complet remplacement.

Les noms de machette, bolo, couteau de brousse sont synonymes. Les machettes fabriquées localement sont généralement faites avec de vieilles lames de ressort de voiture, de vieilles lames de scie ou de toute autre pièce d'acier qui peut être disponible. C'est un outil employé pour des quantités de travaux, nettoyage du sous-bois, parfois abattage et tronçonnage de petits arbres, ébranchage, écorçage, trouaison du sol, etc. (Fig. 62).

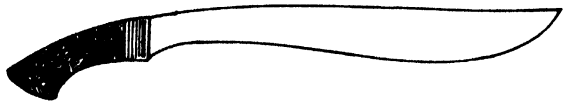


Fig. 62 - Machettes

① ② En raison de sa fabrication locale, cet outil présente une très grande variété de forme. Le modèle du Bolo philippin (1) est très différent du modèle rencontré en Afrique (2). Le poids idéal se place entre 600 et 650 g. Lors de la fabrication, il faut donner si possible un bon affûtage pour éviter que l'acier soit détrempé par le

travailleur en effectuant cet aiguisage. En effet, si l'outil n'est pas convenablement affûté lors de sa fabrication, l'acheteur devra le faire lui-même et détrempera souvent l'acier de la lame en la meulant.

La machette idéale doit avoir une longueur de 45 cm, une lame de 4,5 cm de large près du manche qui peut même dépasser 5 cm vers le haut pour compenser l'affûtage fréquent de l'extrémité la plus souvent émoussée au cours du travail.

Outils à écorcer

Le bois est écorcé en forêt pour différentes raisons. Soit pour permettre un séchage plus rapide et donc une diminution du poids des grosses grumes destinées à être transportées par eau ou par rail; soit pour des raisons sanitaires afin de réduire les dangers de détérioration par les insectes. Dans certains cas, on écorce les grumes avant la livraison à la scierie pour en réduire le poids pour le transport ou diminuer la quantité de déchets et d'écorce qui s'accumulent dans les usines.

Aux Philippines, l'industrie papetière a mis au point un écorçoir spécialement conçu pour l'écorce rugueuse et épaisse des

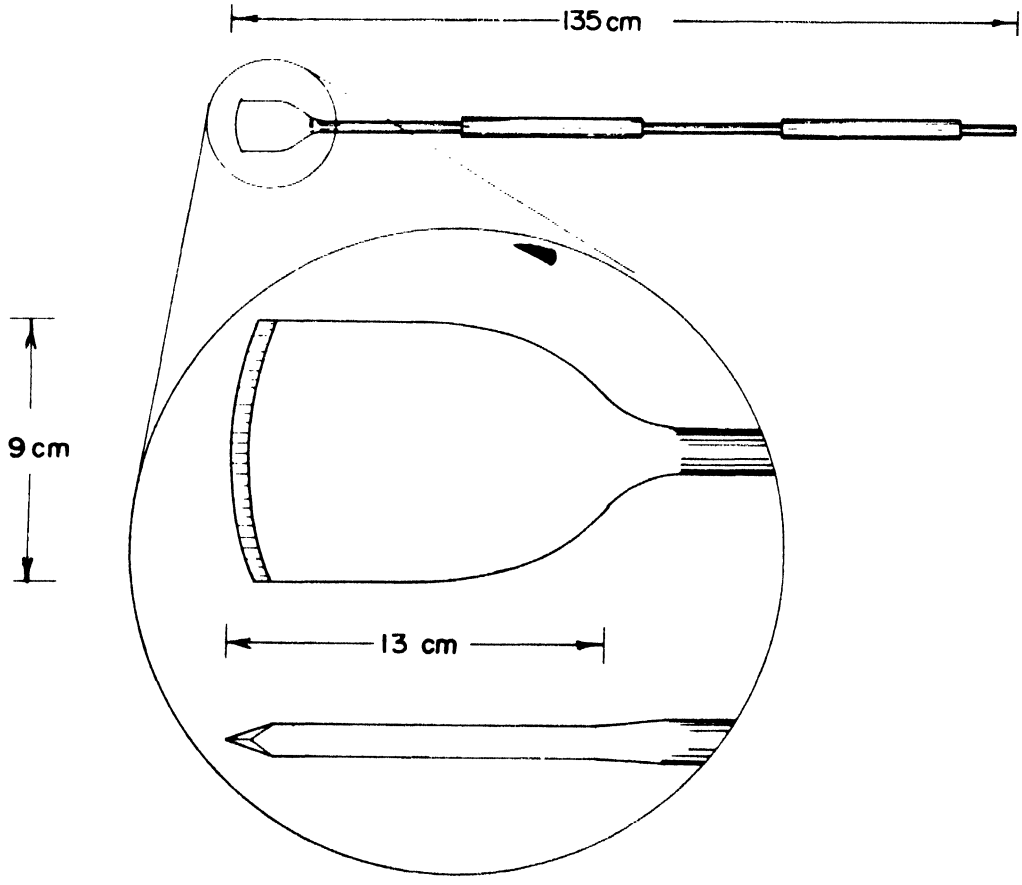


Fig. 63 - Fer à écorcer

diptérocarpacées et d'autres espèces tropicales. Cette barre à écorcer est faite d'une pièce de fer d'environ 1,5 cm de diamètre et de 125 cm de long (Fig. 63). Le manche est en acier doux rond sur lequel est soudé un morceau de lame de ressort de camion. Ce morceau de ressort mesure environ 10 à 13 cm de long et 9 cm de large et présente un tranchant courbe. Il est soudé sur le manche. Des morceaux de tuyau de caoutchouc sont glissés par-dessus le manche pour servir de poignées. Le morceau de ressort de camion a un tranchant courbe qui sert à couper l'écorce et à s'introduire par-dessous et la détacher.

Un fer à écorcer ou racloir est un outil à écorcer avec une lame et un manche droit (Fig. 64). La figure montre une lame d'environ 100 mm de large, 220 mm de long et pesant à peu près

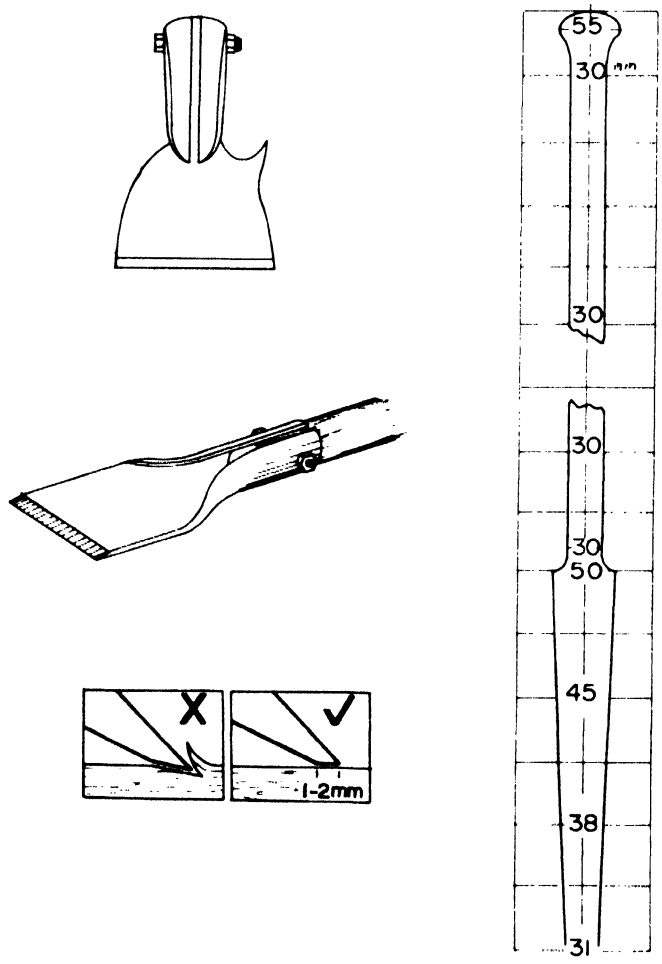


Fig. 64 - Détail d'un fer à écorcer y compris le tranchant et le manche

500 g. Un des épaulements du fer porte une pointe pouvant servir à retourner ou manier les grumes. Le fer est fixé au manche au moyen d'une douille dans laquelle le manche pénètre; un trou percé dans l'ensemble est traversé par un boulon qui assure une fixation sûre.

La lame peut être faite avec un morceau de vieille lame de scie d'au moins 2 mm d'épaisseur. Cette lame est soudée sur une monture d'acier doux s'enroulant autour du manche maintenu par un boulon. On peut également fabriquer un tel fer avec un morceau de tôle d'acier à haute teneur de carbone, la douille devant recevoir le manche étant obtenue par forgeage.

Le manche d'un fer à écorcer est droit, long de 100 cm et a une section ronde. La partie principale a une grosseur uniforme alors que la partie inférieure est plus grosse pour servir de support à la main. Un pommeau est situé à l'extrémité supérieure (environ 55 mm de diamètre) sur lequel repose la paume de l'autre main.

On peut également faire des racloirs à partir d'autres matériaux que ceux déjà décrits. Une pelle dont le tranchant est détérioré peut être taillée aux dimensions suivantes: 10 x 20 cm et constituer un fer à écorcer très maniable (Fig. 65). Le tranchant de la lame doit être meulé selon un certain angle afin de ne pas pénétrer dans la grume.

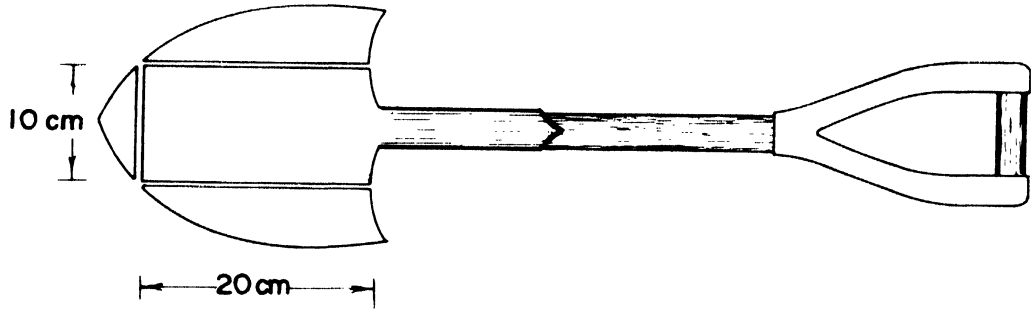


Fig. 65 - Fer à écorcer fait avec une vieille pelle

Quand on travaille sur des bois de plus petites dimensions, on peut utiliser des planes. Elles sont très efficaces pour l'écorçage hors sève alors que l'écorce doit être coupée ou enlevée par copeaux car elle ne se détache pas facilement (Fig. 66).

La lame du couteau à écorcer peut être fabriquée avec un morceau d'acier à outil de section 7,5 mm x 37,5 mm. Cet acier peut provenir d'une vieille lame de scie ou d'une lame de ressort de véhicule léger. Le manche est composé de deux (1) joues de bois

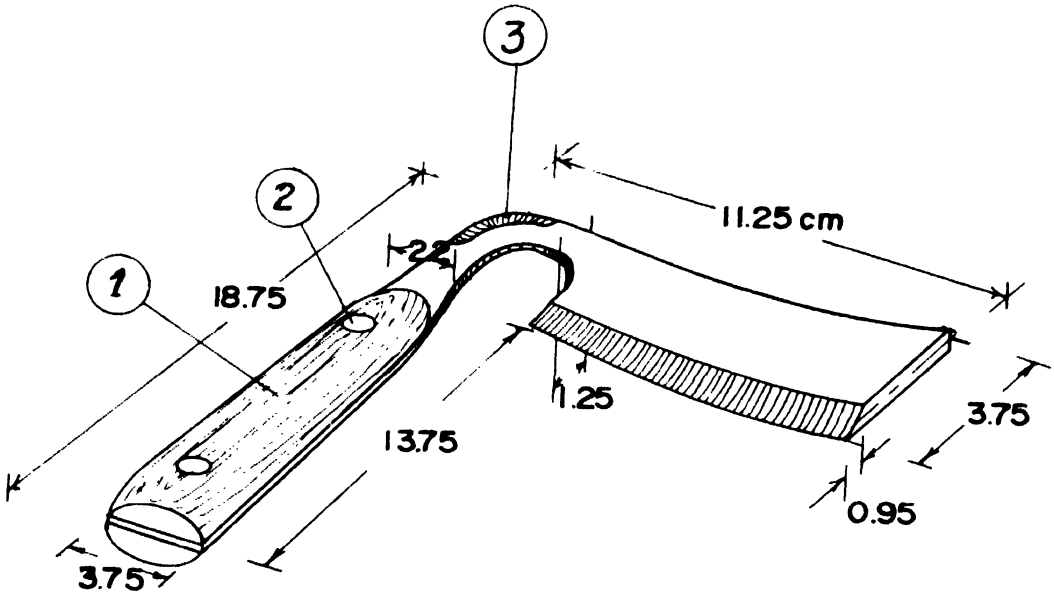


Fig. 66 - Détails d'un couteau à écorcer

fixées avec des rivets de garniture de frein (2). L'angle extérieur de la lame du couteau à écorcer est également aiguisé ce qui permet d'écorcer aussi bien en poussant qu'en tirant (3).

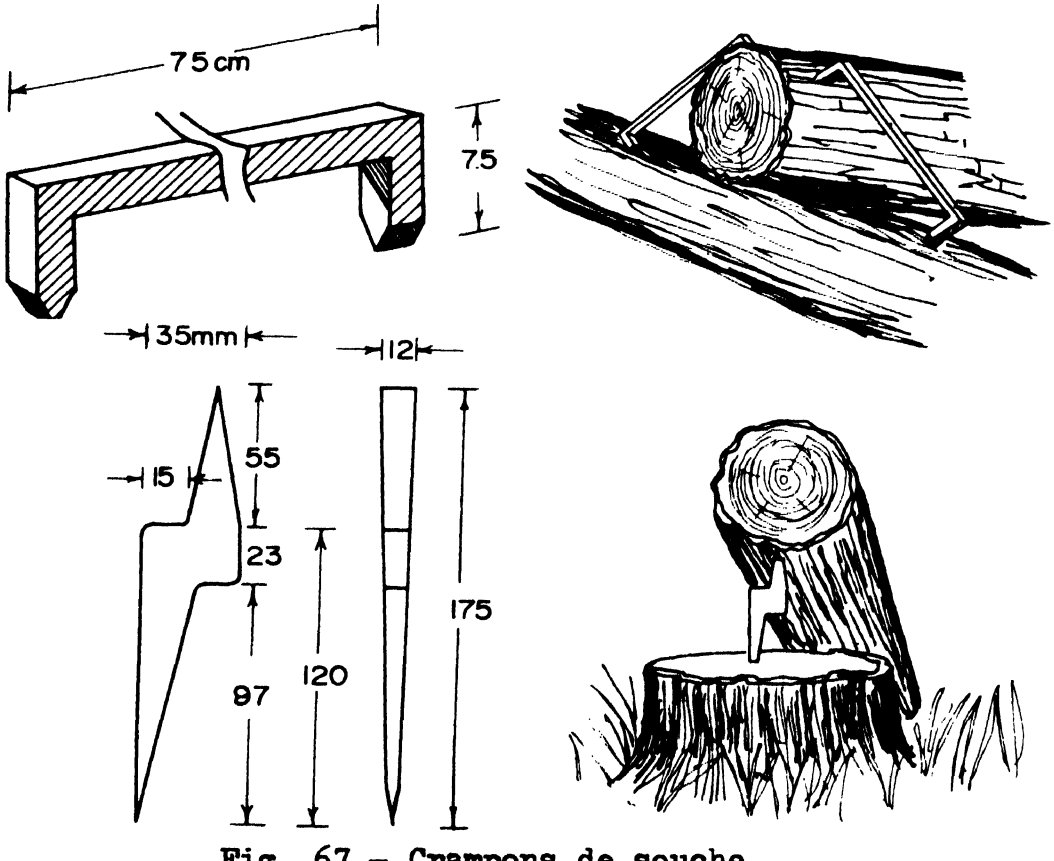


Fig. 67 - Crampons de souche

Lorsqu'on écorce des bois courts avec un couteau à écorcer, on utilise un crampon de souche pour maintenir ces bois. Ce crampon est fait normalement en acier doux et mesure 175 mm de long. Une extrémité du crampon est enfoncée dans une souche, d'où son nom, alors qu'on laisse tomber sur la pointe supérieure une des extrémités du billon qui est ainsi fixé pour son écorçage.

D'autres formes de crampons à souche sont largement utilisées. Un de ces modèles consiste en une barre d'acier de 50 cm de long et de 2 à 3 cm de diamètre. Cette barre est tordue à angle droit aux deux extrémités à environ 5 cm de celles-ci. Les pointes sont chauffées et forgées en pointes ou alors meulées en pointe. Une des pointes est normalement enfoncée dans un billon alors que l'autre est enfoncée dans une grume en travers, ou une souche, ce qui maintient solidement le bois que l'on écorce.

Lorsqu'on écorce en forêt des billons courts on utilise souvent un chevalet ou des tréteaux. Ils sont très semblables aux chevalets de sciage qui ont été décrits plus haut. Le travail sur le bois posé sur de tels supports est beaucoup moins fatigant que lorsqu'il repose sur le sol. De plus, le tranchant des outils reste affûté beaucoup plus longtemps que lorsqu'on travaille sur le sol.

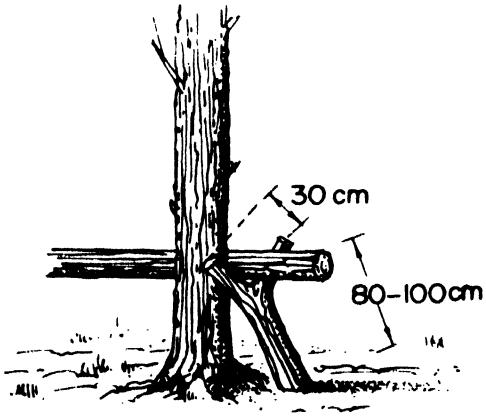


Fig. 68 - Tréteau d'écorçage fait au moyen d'une fourche

Une fourche de branche (Fig. 68) peut servir facilement de support à une perche si on l'appuie contre un tronc d'arbre. Les tréteaux peuvent être faits avec un poteau muni de deux jambes et ils peuvent être fabriqués en forêt avec une hache et une scie à bûches comme seuls outils.

Un tréteau bas, à queue d'aronde, est fait avec un poteau de 200 cm de long et de 12 cm de diamètre. Les entailles à queue d'aronde de 25 mm de profondeur sont pratiquées à environ 30 et 50 cm de l'extrémité du poteau. Les jambes ont 70 et 80 cm de long et environ 7,5 cm de diamètre. Elles sont enfoncées dans les entailles par-dessous. Leurs pieds doivent être distants d'environ 65 cm (Fig. 69).

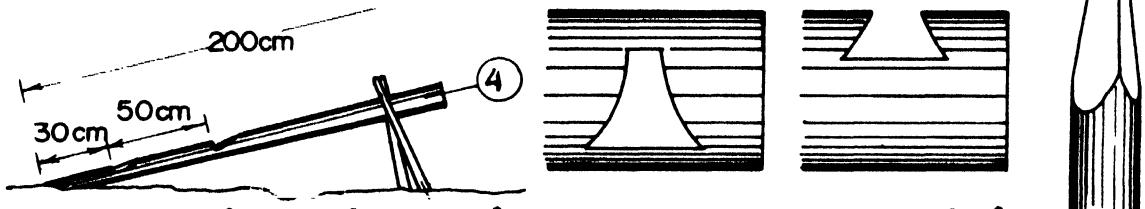


Fig. 69 - Tréteau d'écorçage avec jambes assemblées à queue d'aronde

Le sommet de la jambe la plus longue doit être ajusté dans l'entaille de façon à dépasser le poteau de 10 cm environ. Cette jambe prolongée et deux encoches pratiquées sur le dessus de la partie inférieure du poteau constituent trois points d'appui pour les fûts que l'on peut placer sur le tréteau au moyen d'un tourne-grumes ou d'une sapi.

Pour écorcer les billons on emploie un tréteau assemblé à queue d'aronde plus haut (Fig. 70). On le fabrique avec un poteau de 200 cm de long et 12 cm de diamètre. Les entailles à queue d'aronde sont faites à environ 20 et 40 cm de l'extrémité du poteau et selon un angle permettant aux deux jambes d'avoir leurs pieds écartés de 140 cm. Les entailles doivent avoir au moins 25 mm de profondeur et les jambes 180 cm de long environ. Leurs sommets doivent dépasser le poteau de 20 cm. Le dessus du poteau est aplani et une entaille est pratiquée à sa partie inférieure. Le billon à écorcer est placé entre les deux sommets des jambes et repose sur le méplat du poteau et sur l'entaille inférieure.

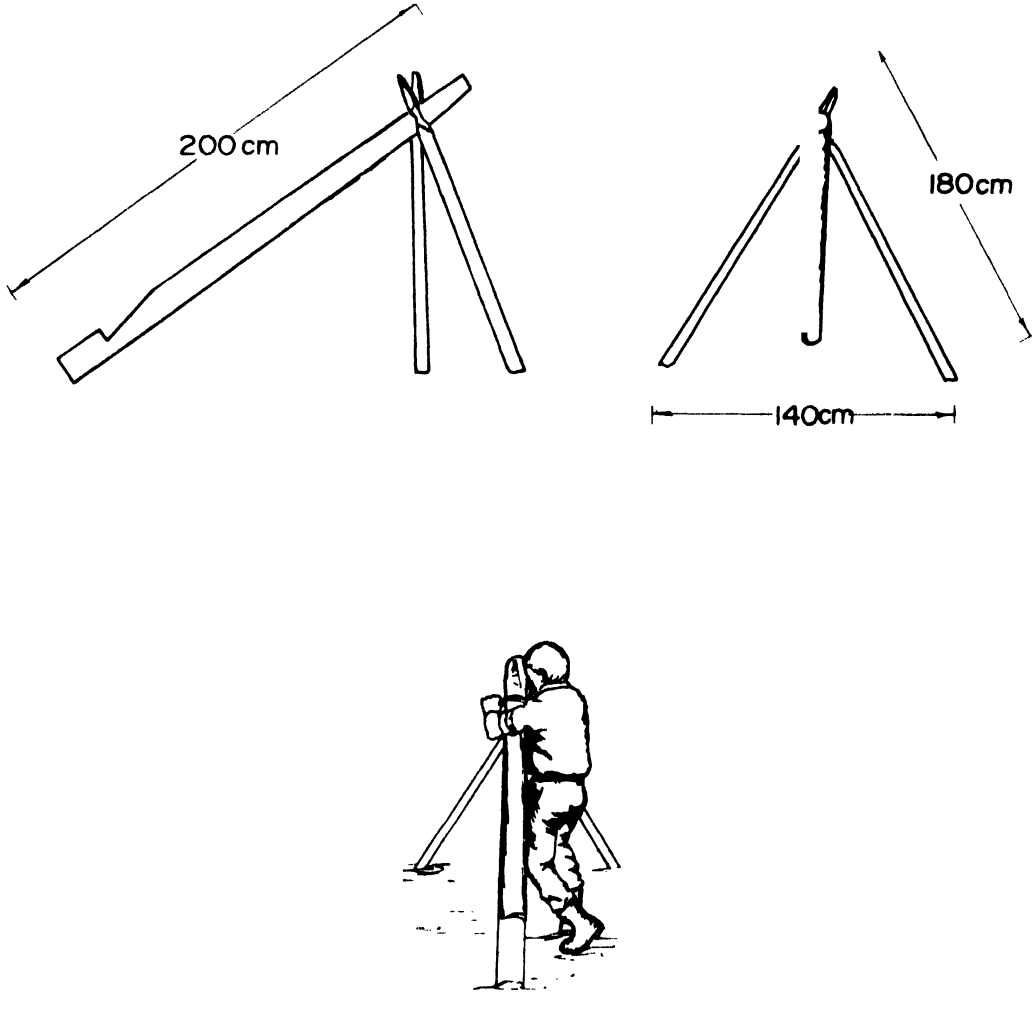


Fig. 70 - Tréteau d'écorçage

Outils pour l'annélation

Dans certains travaux d'amélioration des peuplements il peut être nécessaire d'éliminer certains arbres indésirables. Plutôt que d'abattre ces arbres qui, en tombant, peuvent abîmer les jeunes sujets à proximité, on a souvent recours à l'annélation qui les fait mourir sur pied. Ils perdent leurs branches peu à peu sans endommager les arbres sains ou la régénération en tombant.

Les arbres sont parfois annelés avant l'abattage. Ils sèchent ainsi sur pied et perdent beaucoup de leur humidité.

Le "Handi-girdler" ou anneleur à main est un outil simple, d'une seule pièce, qui permet d'enlever un anneau d'écorce de 7,5 cm de large. Cet outil, de 30 cm de long et 15 cm de large, pèse moins d'un kilogramme (Fig. 71). C'est un outil simple dont l'entretien consiste à affûter de temps en temps le tranchant avec une petite pierre à aiguiser ou une lime.

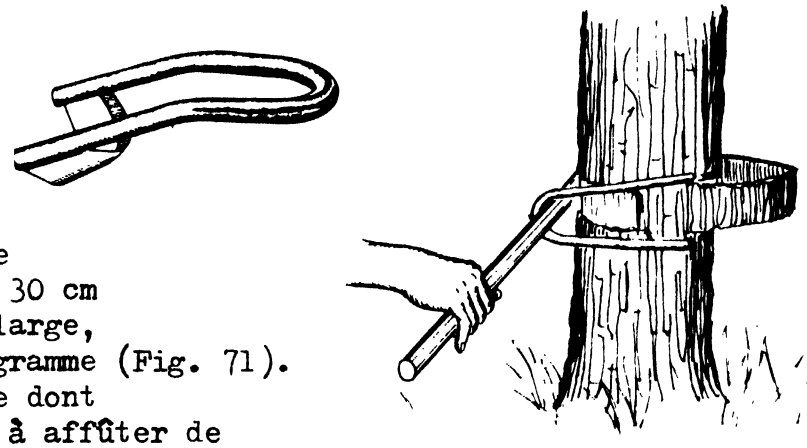


Fig. 71 - "Handi-girdler"

Un autre outil, très semblable quant à son aspect général, utilise un manche de tourne-grumes et se met à la place du crochet habituel. Le manche du tourne-grumes fournit le levier nécessaire au travail de l'outil et permet à l'ouvrier d'utiliser sa force plus efficacement en poussant l'appareil. Cet outil s'est montré très efficace sur des arbres de diamètre moyen ou grand (Fig. 72).

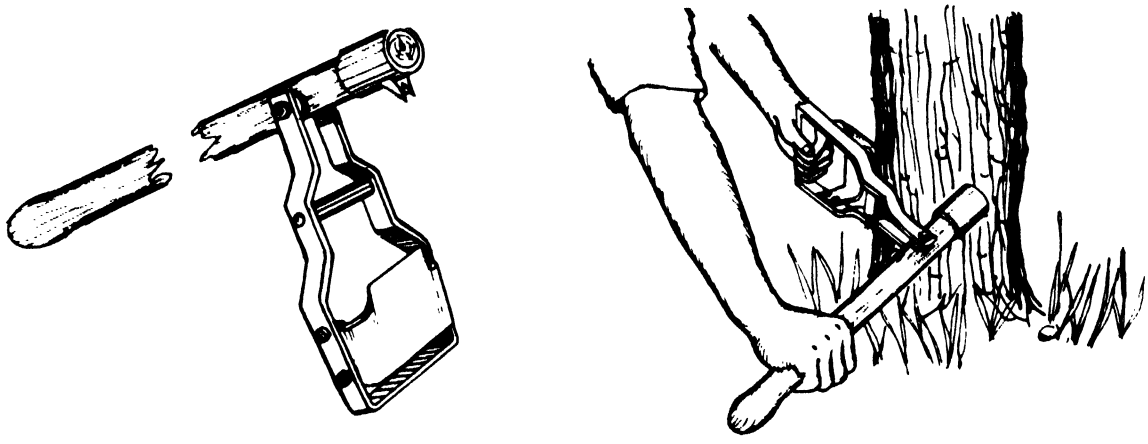


Fig. 72 - Outil à anneler à deux mains

LEVIERS, CROCHETS ET PINCES

Abattage

Ce manuel ne traite pas spécialement des techniques d'abattage mais des outils et des accessoires qui rendront l'opération plus sûre et plus aisée pour le travailleur. Ces outils et accessoires comprennent les coins, maillets, leviers et appareils à guider les arbres, qui pour beaucoup ont déjà été décrits.

Lorsqu'on travaille dans les plantations ou dans les forêts composées d'arbres de petit diamètre, un chevalet d'abattage s'est montré très pratique et son usage se répand en raison de l'aide qu'il apporte au travailleur (Fig. 73). L'arbre est abattu en travers du chevalet qui agit comme point d'appui servant de pivot pour déplacer et empiler les grumes ou les fûts, ou en supportant les arbres au-dessus du sol afin de faciliter l'ébranchage, particulièrement pour la partie inférieure de l'arbre. L'emploi du chevalet d'abattage facilite le façonnage de l'arbre après son abattage et le rend plus sûr, plus rapide et moins exigeant en efforts physiques.

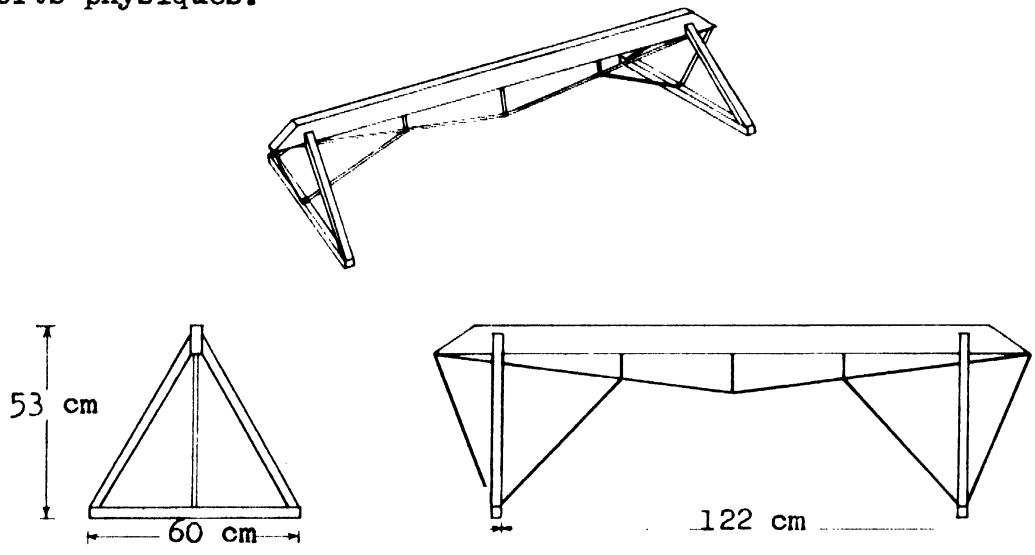


Fig. 73 - Chevalet d'abattage

Les arbres doivent être à angle droit par rapport au chevalet et celui-ci doit être distant du pied de l'arbre d'environ un tiers de la hauteur totale. Une fois abattu sur le chevalet, l'arbre peut être ébranché, écimé et tronçonné aux longueurs désirées. I'emploi du chevalet permet l'empilage du bois dégagé des branches et des cimes, prêt au débardage ou au chargement.

L'usage du chevalet d'abattage réduit considérablement les efforts de levage et donc les risques d'accidents à la colonne vertébrale. Son principal inconvénient est qu'il faut le transporter partout en forêt. Toutefois il ne doit pas peser plus de 15 kg et ne doit pas, normalement, être déplacé de plus de quelques mètres à la fois pour aller d'arbre en arbre.

Ce chevalet sert surtout en terrain plat ou sur des pentes légères allant jusqu'à 15°. Les arbres dépassant 250 kg peuvent endommager le chevalet en tombant dessus, surtout s'il est placé trop loin du pied. La construction d'un tel chevalet peut être modifiée selon l'expérience et les conditions locales.

Tous les arbres ne poussent pas droit ou perpendiculairement au sol. Pour abattre les arbres inclinés, l'emploi de leviers selon la figure permet une augmentation de la force jusqu'à neuf fois supérieure à celle appliquée (Fig. 74). Cela signifie qu'un effort de 50 kg vers le haut appliqué à l'extrémité d'une perche, assemblée à une seconde perche comme indiqué, exerce une force de 450 kg sur l'arbre penché pour l'abattre dans la direction souhaitée. Si le cas se présente fréquemment, on peut avoir intérêt à préparer les deux leviers avec une articulation et même un éperon à l'extrémité du bras pousseur pour mieux assurer la prise sur l'arbre. L'articulation peut être faite à l'aide d'une courroie ou un simple anneau.

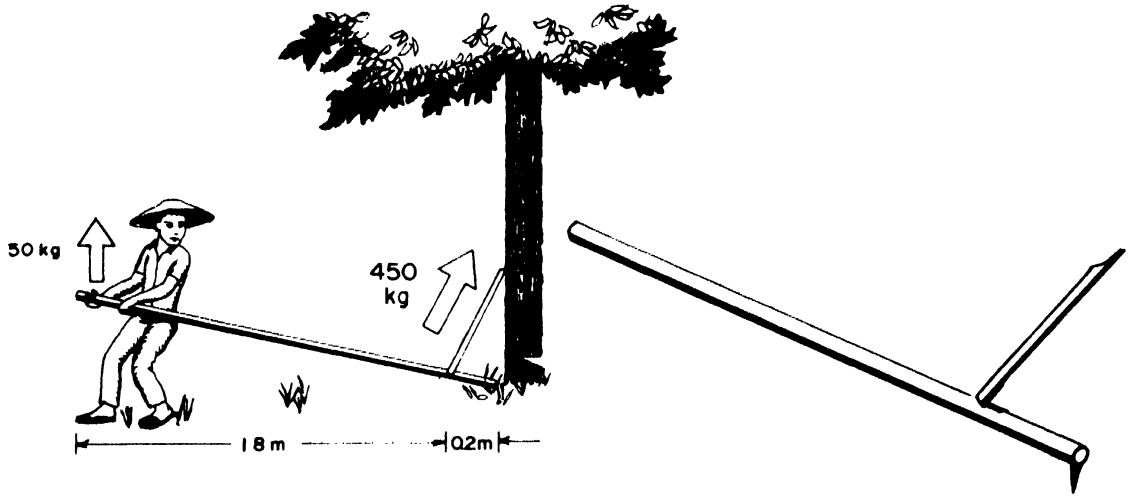


Fig. 74 - Levier pour abattre les arbres

Arbres encroués

Pour faire tomber un arbre encroué, on peut placer deux poteaux sur le sol en ligne avec l'arbre et en dessous du niveau de sa souche. On soulève alors le gros bout de l'arbre avec des leviers par-dessus la souche. Le gros bout glisse sur la souche puis sur les deux poteaux au lieu de s'enfoncer dans le sol (Fig. 75).

Une pelle de débardage à main peut aussi se montrer très pratique pour faire tomber les arbres encroués (Fig. 76). La pelle doit être placée tout près de l'arbre après avoir détaché celui-ci de sa souche. Le câble est alors attaché autour du gros

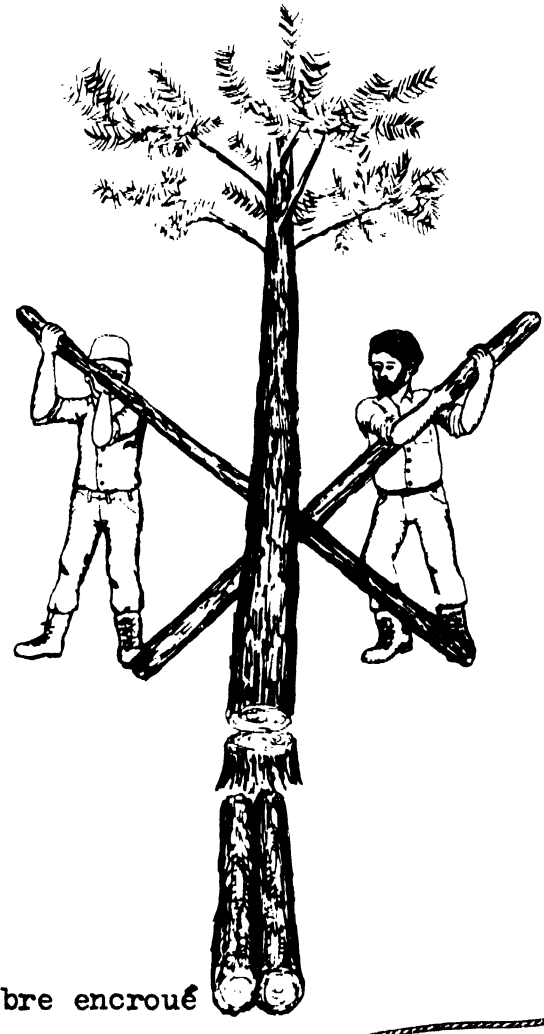


Fig. 75 - Descente d'un arbre encroué

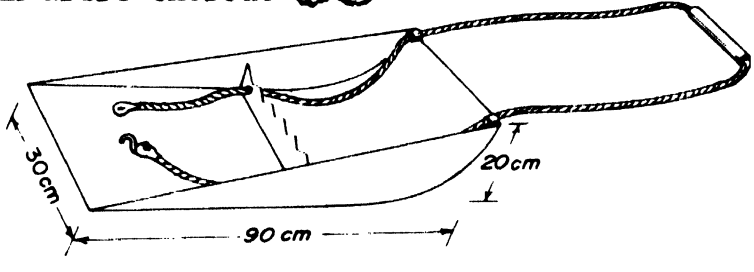


Fig. 76 - Pelle de débardage à main

bout. En tirant sur le câble, l'arbre se déplace et vient sur la partie arrière de la pelle que l'on tire jusqu'à ce que l'arbre tombe. Ce procédé est également très utile sur les pentes quand la pelle glisse dès que le gros bout est sur elle. Cette pelle peut être utilisée pour tirer des arbres, des perches ou des grumes sur des distances pouvant atteindre 100 m.

Déplacement et roulement des grumes ou des arbres

Une forme classique du levier dans les travaux forestiers est le crochet se déplaçant sur un manche de bois et utilisé pour déplacer ou faire rouler les grumes. Il existe un certain nombre de formes de ce type de levier. Une des formes les plus simples est le crochet auquel est fixé un anneau. Cet anneau a une dimension permettant le passage d'une forte perche qui sert à déplacer ou rouler une grume.

Le tourne-billes ou "peavey", ainsi nommé en anglais du nom de son inventeur, vit le jour en 1850 aux USA. Le tourne-billes muni d'un éperon (Fig. 77 A) servait d'abord aux opérations de flottage.

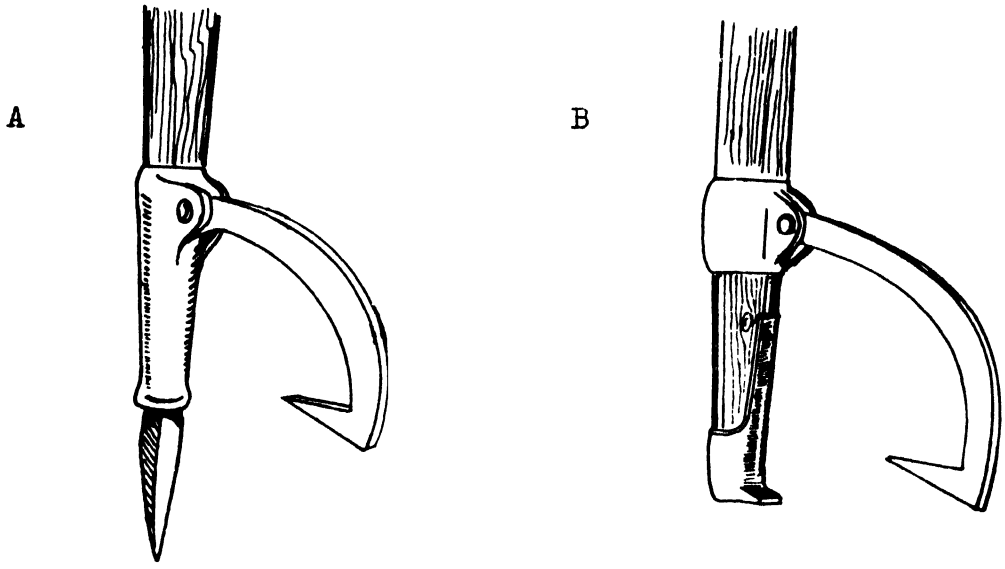


Fig. 77 - Outils à tourner les grumes
A. "peavey". B. Tourne-billes

Le tourne-billes est utilisé pour déplacer les grumes sur terre (Fig. 77 B). Comme on le voit sur le dessin, le manche du "peavey" s'ajuste dans une douille (A) sur laquelle est attaché le crochet alors que dans le tourne-billes(B) le crochet est attaché au manche par un collier. Comme cela se produit pour la plupart des outils ou instruments utilisés en forêt, il existe un grand nombre de variantes employées localement selon les conditions propres. Un tourne-billes fabriqué chez soi s'est montré particulièrement efficace et bon marché (Fig. 78). L'outil est enfilé sur le manche et le collier pourvu de deux lèvres est déplacé vers le bas du manche en maintenant les lèvres en ligne avec le crochet. Si un coin ne suffit pas à maintenir le collier on peut fixer ce dernier avec une cheville.

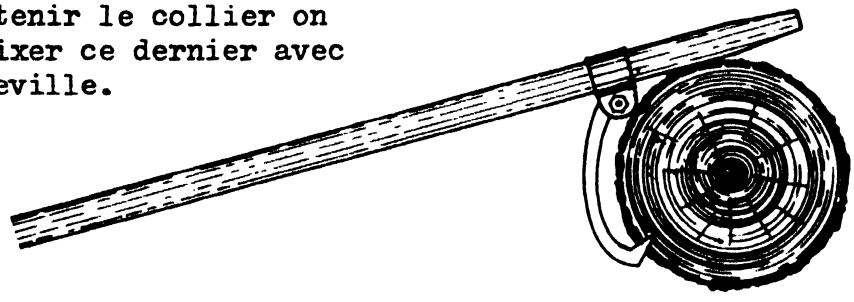
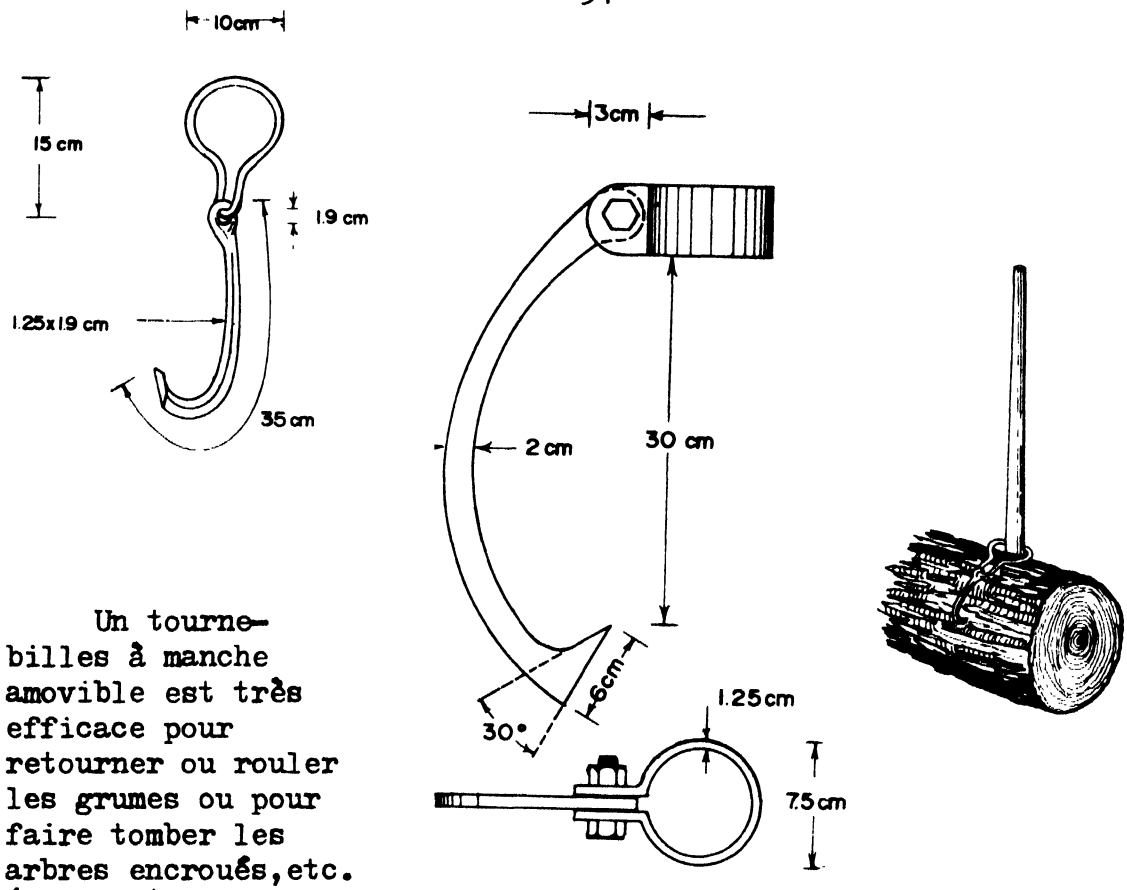


Fig. 78 - Tourne-billes de fabrication domestique



Un tourne-billes à manche amovible est très efficace pour retourner ou rouler les grumes ou pour faire tomber les arbres encroués, etc. (Fig. 79).

Fig. 79 - Différentes formes de tourne-billes simples

Une courroie de cuir - ou de plastique fort, ou de corde ou de câble d'acier léger - ayant une boucle à l'une des extrémités et un fort crochet acéré fixé à l'autre extrémité, peut être employée avec une perche pour rouler les grumes de la même façon qu'avec le tourne-billes (Fig. 80). Le crochet est enfoncé avec un marteau dans la grume et la courroie est enroulée au moins d'un tour complet sur la grume puis une perche est glissée dans la boucle qui la maintient quand on tourne la grume. La dimension de la courroie varie largement avec le matériel employé. Une longueur de 250 à 300 cm suffit dans la plupart des cas.

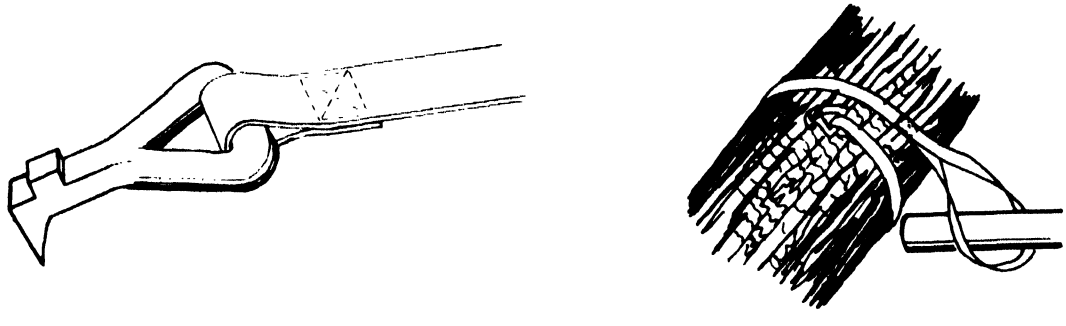


Fig. 80 - Tourne-billes fait d'une courroie et d'un crochet

Une autre variante du tourne-billes est le tourne-billes à tronçonner. Il consiste en un accessoire qui se fixe au manche du côté opposé au crochet ce qui permet de soulever la grume au-dessus du sol pour la tronçonner.

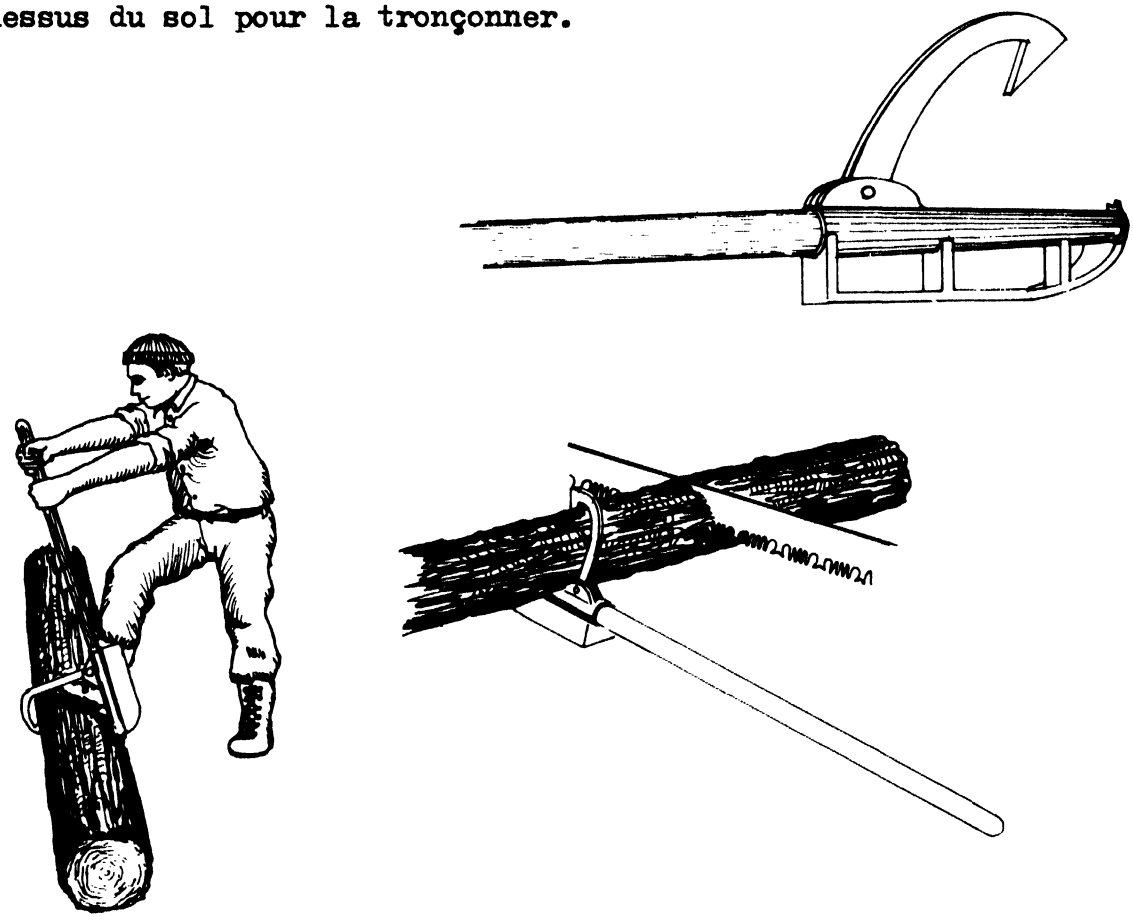


Fig. 81 - Tourne-billes à tronçonner les grumes

Crochets à grumes et crochets à main

Ces types de crochets sont utilisés pour soulever, tourner, tirer et charger les petites grumes. Il en existe une infinie variété quant à la forme comme aux dimensions. Ils constituent réellement un prolongement du bras de l'ouvrier et lui épargnent une quantité considérable d'énergie durant le travail. Certains crochets saisissent la grume par son extrémité pour la tirer ou la soulever; d'autres sont conçus pour saisir la grume en quelque endroit de sa circonférence et permettent à l'ouvrier de maintenir la grume ou le billon en équilibre et de les manipuler avec le minimum d'effort.

Le crochet courant peut avoir un manche dans le prolongement du crochet ou perpendiculaire à celui-ci. Lorsque le crochet est à angle droit avec le manche, on peut ajouter à celui-ci un manche en bois. Dans ce cas, il ne doit pas être rond car il pourrait glisser dans les mains de l'utilisateur. Il doit avoir une section ovale afin de bien tenir dans la main.

Un crochet à main d'une grande utilité peut se fabriquer avec un vieux manche de hache ou de tout autre outil de forme semblable. Le manche de hache permet une prise confortable et donc une meilleure productivité. La partie métallique est faite d'acier au carbone de haute qualité. La pointe est formée en limant les angles extérieurs. Le crochet est fixé sur le manche par un rivet ou un boulon comme le montre la figure. Le collier est en acier doux. Les dimensions approximatives sont indiquées, mais celles-ci peuvent aisément être modifiées (Fig. 82 a).

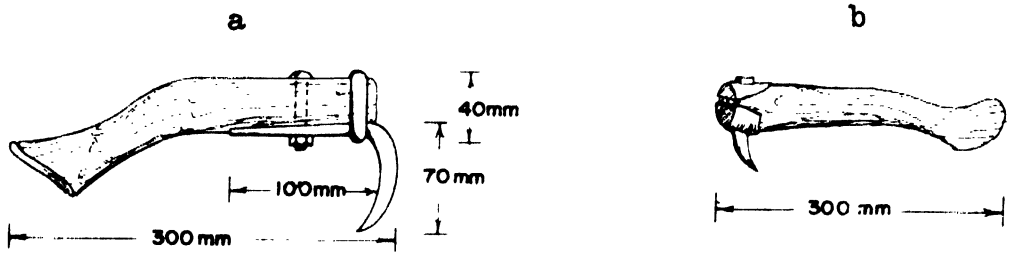


Fig. 82 - Crochets à main

Dans un autre modèle, deux plaques de fer sont mises en forme autour de l'extrémité d'un manche. Ces deux plaques sont serrées par un gros boulon. Lorsque le serrage est complet, on aiguise le boulon puis on le courbe légèrement comme le montre le dessin. La pointe du crochet est alors trempée (Fig. 82 b).

Un crochet avec un manche plus long peut se faire à partir d'une hache mise au rebut. On découpe le fer de la hache comme sur la figure et la pointe est alors aiguisée et trempée (Fig. 83 a).

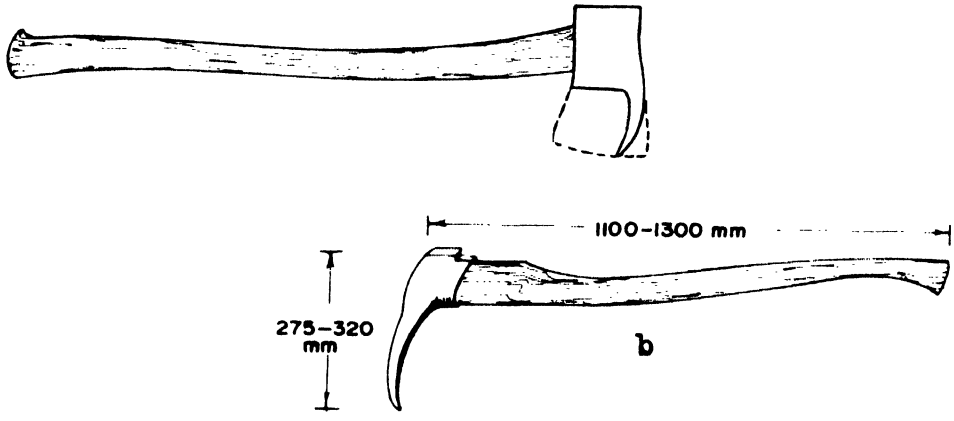


Fig. 83 - a) Sapi fait à partir d'une hache au rebut; b) Sapi

<u>Sapis</u>

Ces outils peuvent être utilisés de deux manières, soit comme levier pour faire franchir un obstacle à une grume, soit en

l'enfonçant, la pointe vers le bas, dans une grume que l'on peut ainsi tirer sur le sol. En terrain accidenté, où les grumes ont tendance à glisser par gravité et ne demandent d'aide qu'occasionnellement, le sapi trouve sa principale utilité soit comme levier, soit comme crochet à main pour tirer les grumes. C'est l'outil idéal pour déplacer les grumes sur de courtes distances (Fig. 84).

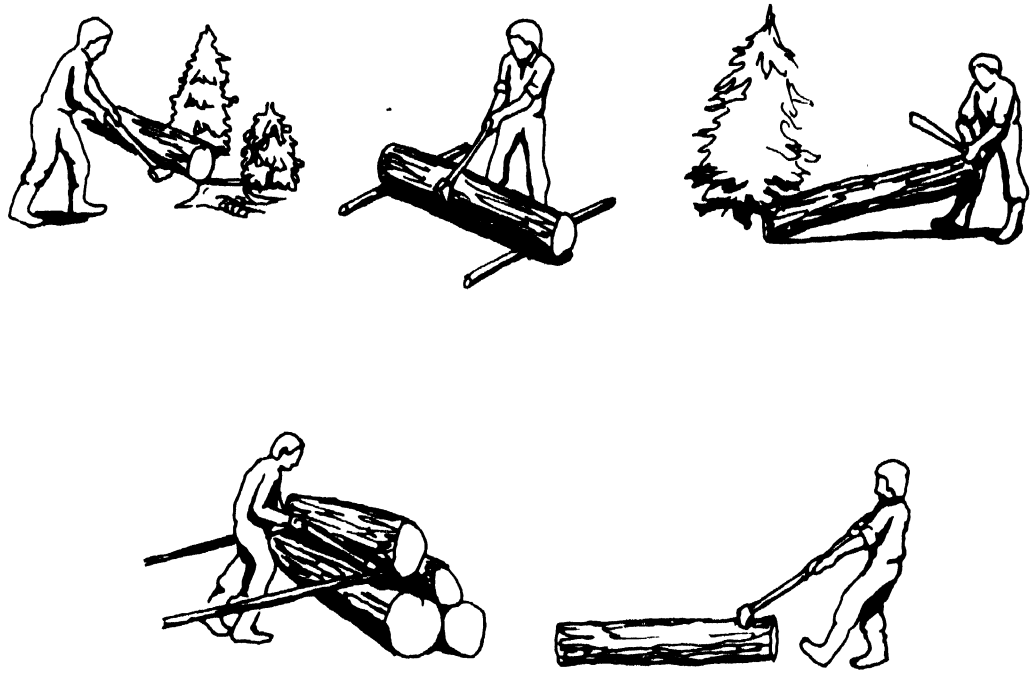


Fig. 84 - Utilisation du sapi

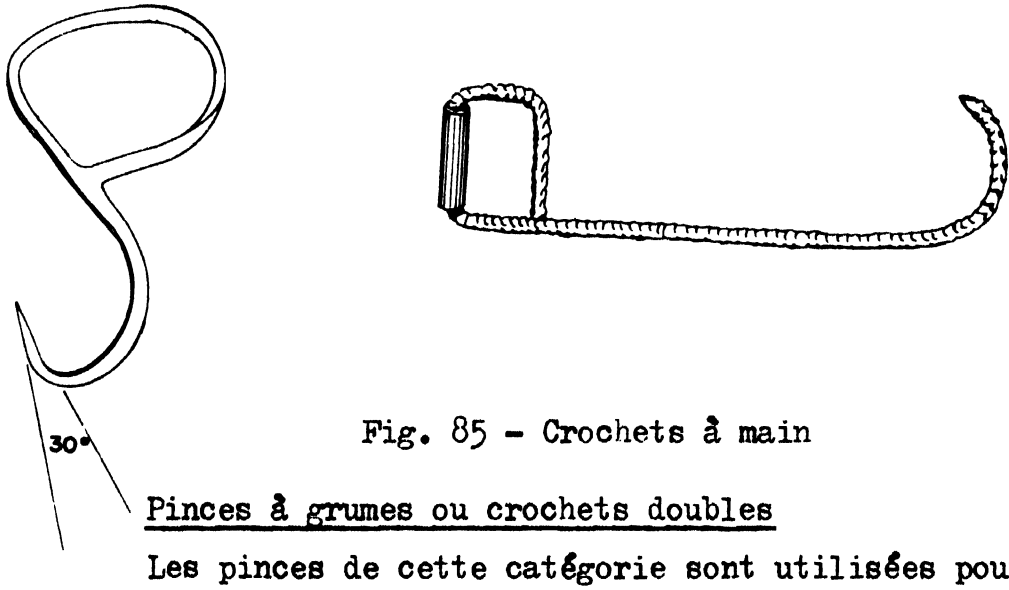


Fig. 85 - Crochets à main

Pinces à grumes ou crochets doubles

Les pinces de cette catégorie sont utilisées pour tirer, soulever, charger et empiler les grumes ou les rondins.

Ces crochets doubles se présentent également selon une grande variété de modèles et de matières comme le montre la figure 86.

Pour employer ces types de pinces, on appuie les mâchoires sur la circonférence du rondin, celles-ci s'ouvrent et lorsqu'on soulève la pince, les pointes s'enfoncent dans le bois.

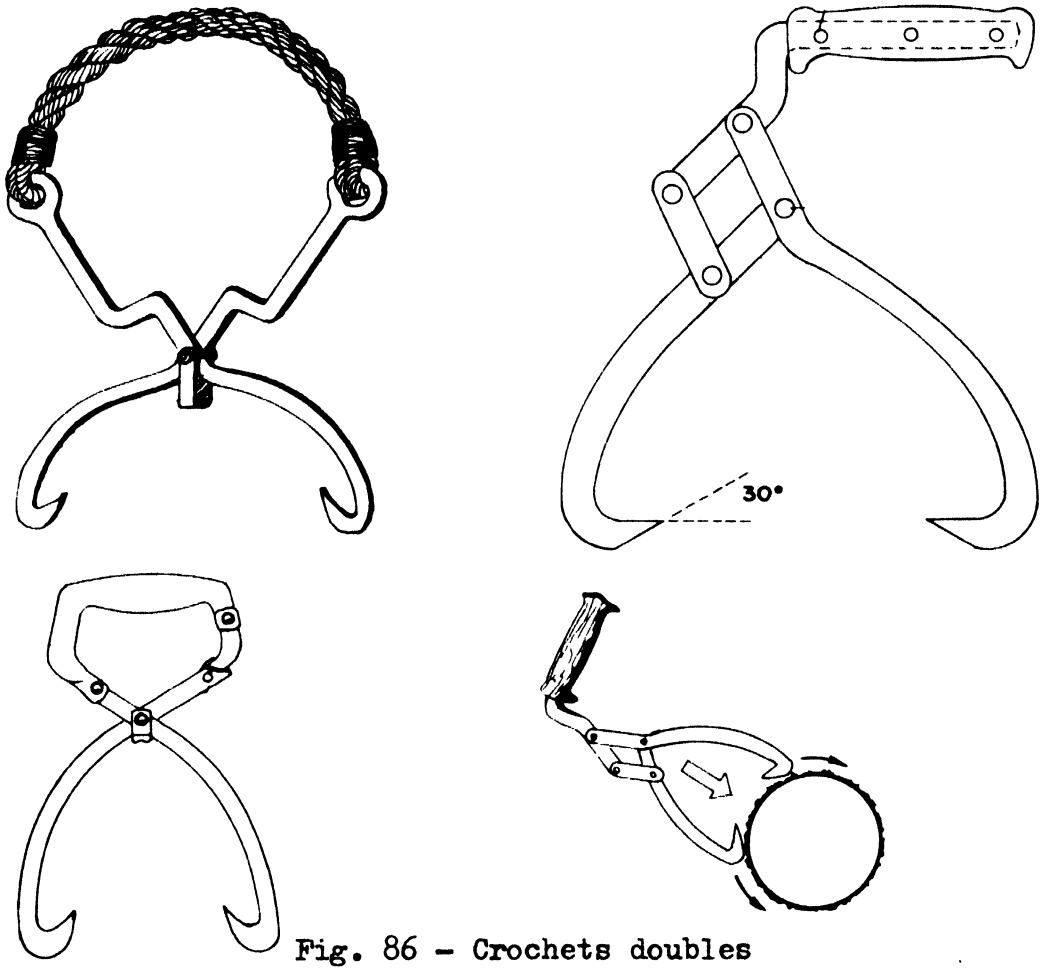


Fig. 86 - Crochets doubles

Les mâchoires de la pince peuvent avoir une section rectangulaire ou ronde. Les bonnes dimensions d'une telle pince sont: longueur 350 mm, poids 1 kg environ, et elle doit pouvoir serrer des billons jusqu'à 300 mm de diamètre. Lorsqu'on assemble les différentes parties de la pince avec des rivets, il faut veiller à ce que ces pièces jouent librement entre elles et ne serrent pas.

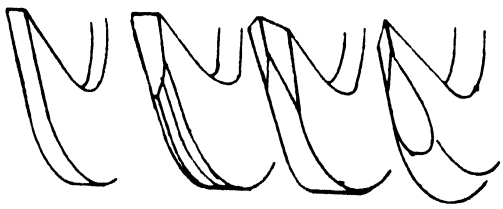


Fig 87 - Différentes formes de pointes pour pinces à grumes ou à rondins

Il existe un grand nombre de modèles de pointes pour les pinces à grumes ou les crochets à rondins (Fig. 87).

Des pinces basées sur le même principe peuvent être utilisées par un ou deux hommes pour tirer les grumes (Fig. 88).

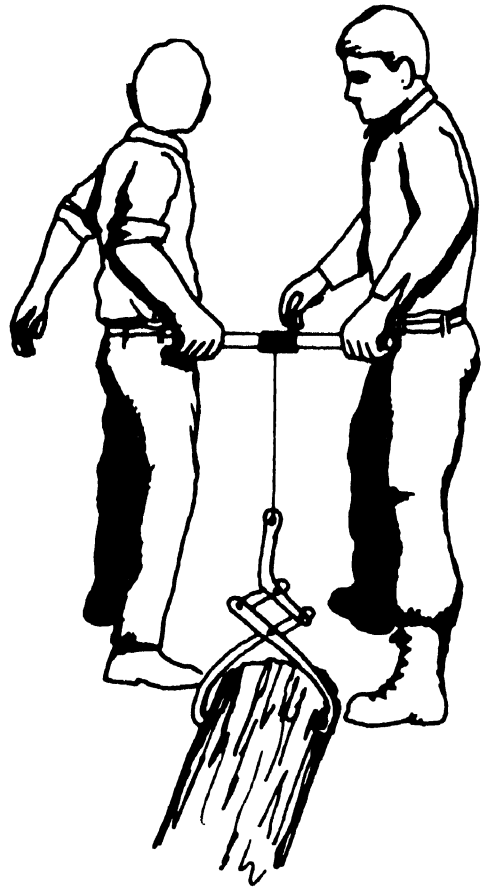


Fig. 88 - Pinces utilisées pour tirer les grumes

EXTRACTION

Déplacement et transport de charges lourdes sans équipement

Chaque fois que cela est possible, il est préférable de traîner les charges lourdes plutôt que de les porter car une partie importante du poids repose sur le sol, et chaque fois que le frottement de la charge sur le sol est inférieur à 1, c'est-à-dire inférieur au poids de la charge elle-même, il faudra moins d'énergie pour la traîner que pour la porter.

On voit pourtant, dans bien des parties du monde, des chargements de bois sur la tête. Dans bien des pays, de lourdes charges de bois de chauffage sont transportées sur la tête jusqu'à des distances de 10 km et plus. Dans d'autres régions, où les routes n'existent pas, des bois équarris ou des traverses de chemin de fer sont portés sur de grandes distances. Ces charges peuvent atteindre 25 à 30 kg (Fig. 89).

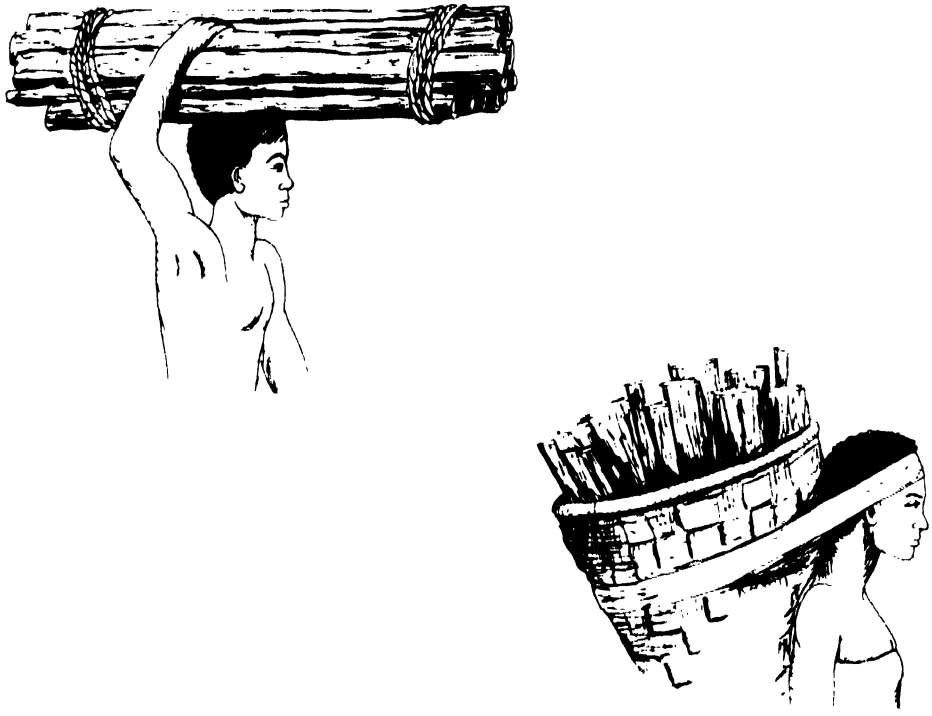


Fig. 89 - Charges de bois portées sur la tête

On peut porter des charges très lourdes sur les muscles du cou ou du dos en utilisant un bandeau de tête ou "tumpline". C'est le système employé par les porteurs en Afrique, Asie ou Amérique du Sud.

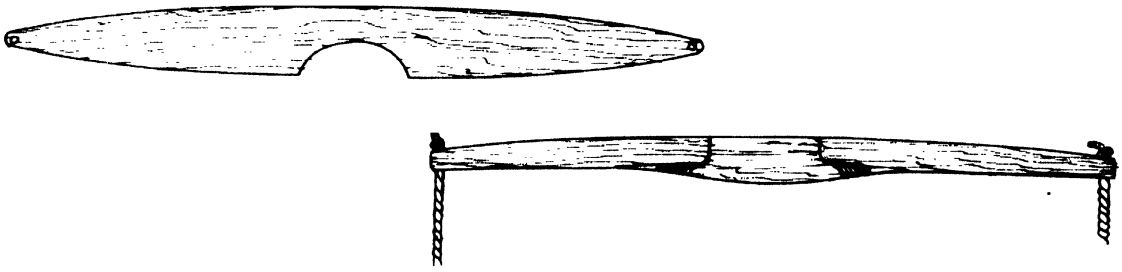


Fig. 90 - Jougs d'épaules

Jougs

Dans certaines régions les jougs d'épaules sont utilisés lorsqu'il est possible de partager la charge également de chaque côté du porteur. Les jougs sont taillés dans du bois et permettent le transport de lourdes charges dont le poids est réparti sur les épaules et maintenu par les mains (Fig. 90). Très souvent on utilise le même principe au moyen d'une perche droite. L'épaule est le point d'appui, et les charges fixées aux deux extrémités de la perche s'équilibrent l'une l'autre. Toutefois, cette méthode exerce une très forte contrainte sur le corps en raison de la position décalée de la charge par rapport à la colonne vertébrale.

On peut obtenir le même résultat, mais avec une meilleure répartition de la charge sur le corps au moyen de deux perches et d'un harnais simple (Fig. 91). Si la charge doit être portée

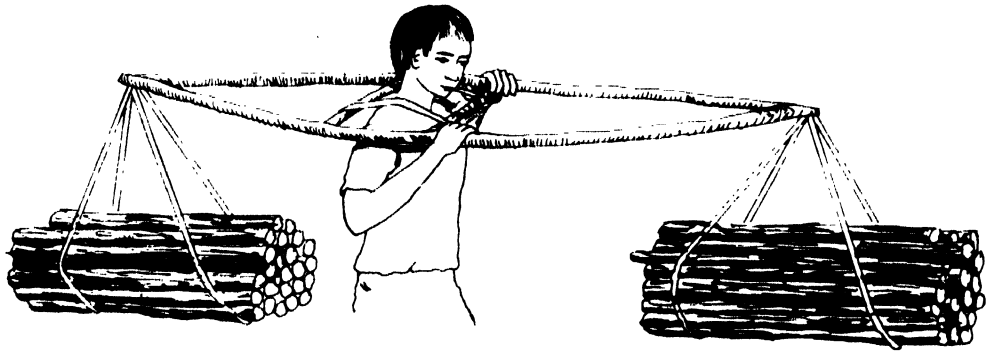
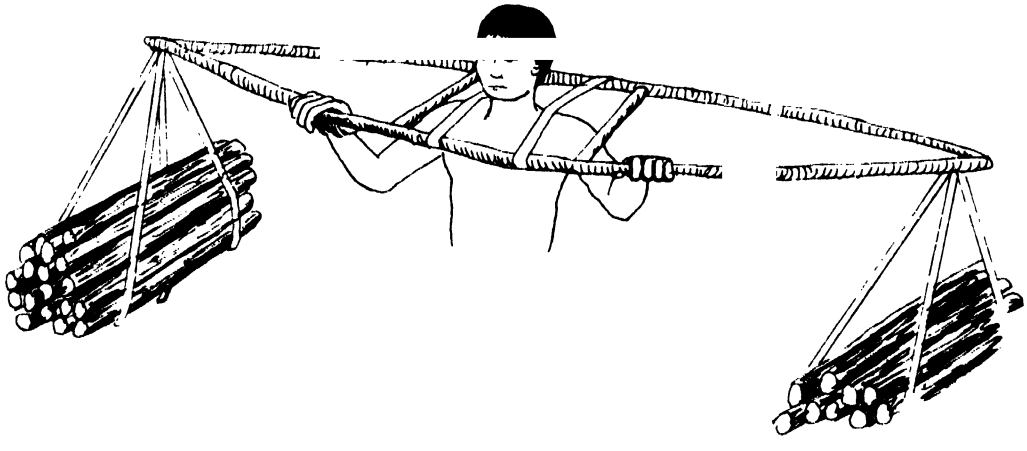


Fig. 91 - Portage par un homme au moyen de perches



à l'avant et à l'arrière, le harnais reposant sur les épaules sera parallèle à la direction de la charge. Si,au contraire, la charge est située sur les côtés du porteur, et cela permet de mieux la maintenir avec les mains, le harnais sera parallèle à la direction de la marche. Si la charge est trop importante pour une seule personne, on utilise un système de perches et harnais pour deux personnes, qui s'avère très pratique (Fig. 92). Dans les deux cas, le harnais peut être fait de matériaux que l'on a sous la main: cuir, tissu replié, morceaux d'enveloppe de vieux pneus de bicyclette, etc. La figure 93 montre une variété de hotte destinée à porter des bûches courtes de bois de chauffage.

Bottelage du bois de chauffage

La confection de bottes serrées de bois de chauffage, court ou long, présente un grand intérêt quand on prépare des chargements, soit pour le transport sur la tête soit pour celui avec des animaux de bât. Les bottes serrées réduisent le volume de la charge tout en évitant la perte de morceaux de bois.

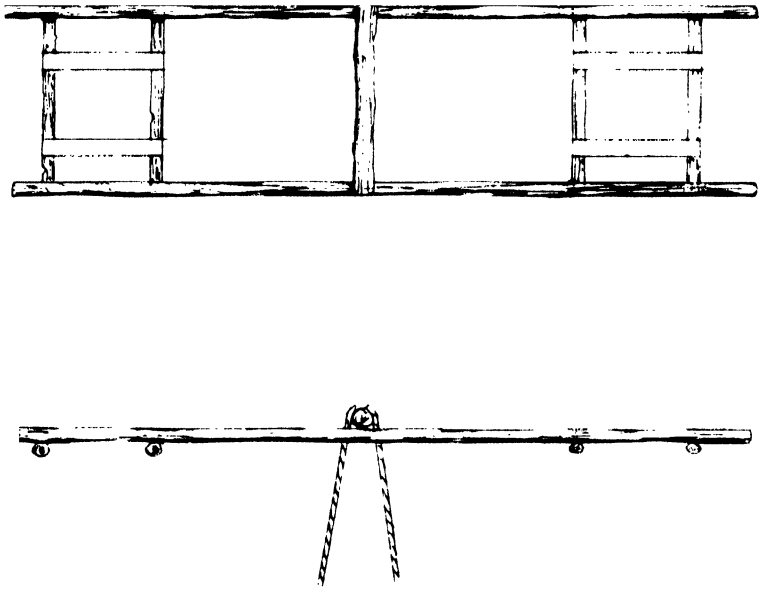


Fig. 92 - Joug à deux hommes pour le portage de charges

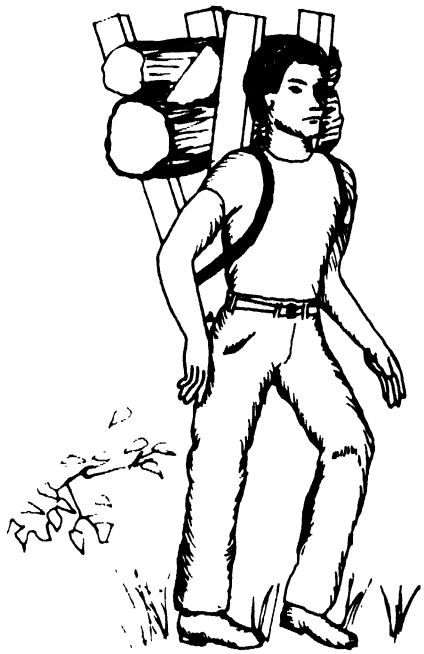


Fig. 93 - Hotte pour porter le bois de chauffage

La Fig. 94 b montre une méthode simple de bottelage. Les deux perches ont environ 1,30 m de long. Elles sont réunies par un morceau de corde en un point situé à environ 30 cm de leur extrémité inférieure. Les

morceaux de bois peuvent être serrés en bottes prêtes à être liées comme le montre la figure. On peut également fixer l'une des perches à une souche de manière à n'avoir qu'une perche mobile (Fig. 94 a).

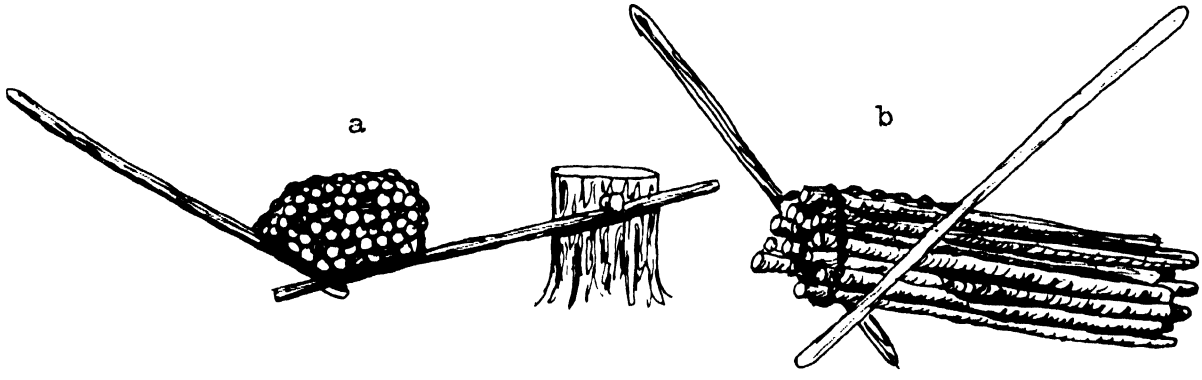


Fig. 94 - a) Utilisation d'une souche pour bottelage par un homme seul; b) Méthode de bottelage avec deux perches

Brouettes

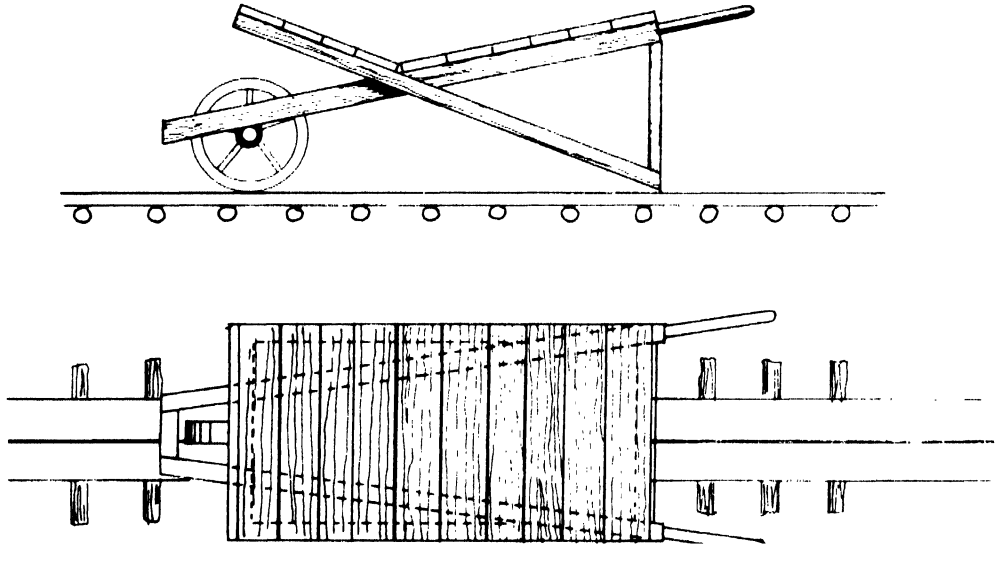


Fig. 95 - Utilisation de la brouette sur un chemin étroit de planches

Il existe un grand nombre de modèles de brouettes. C'est un moyen de transport très ancien et qui est utilisé largement dans le monde entier. Il constitue un excellent moyen pour transporter des rondins courts sur des terrains mous en disposant des planches étroites sur des traverses, constituant ainsi une route pour véhicule à une roue (Fig. 95).

Les brouettes sont faites de morceaux de bois et la roue elle-même peut provenir d'un autre véhicule ou être faite directement en bois (Fig. 96).

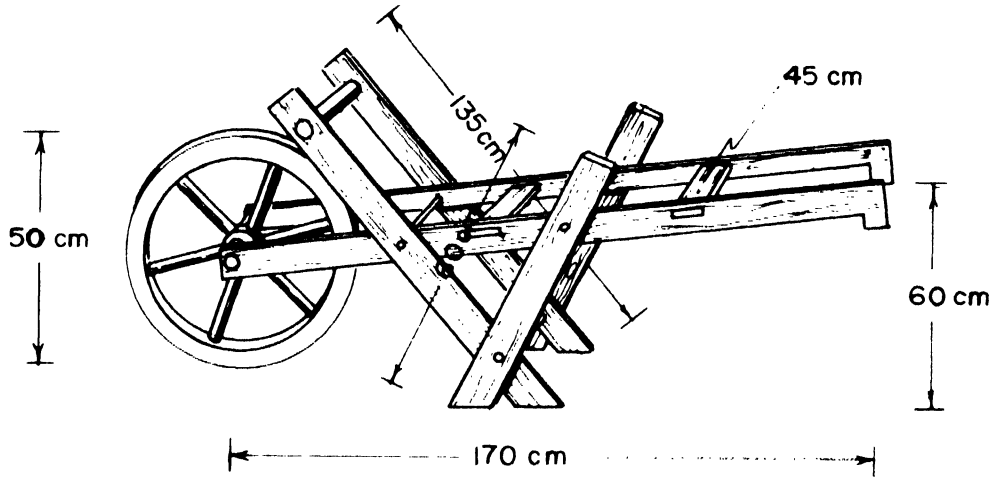


Fig. 96 - Brouette faite en bois

Si on ne dispose pas de roue ou que l'on ne puisse en fabriquer, il est possible de transporter des rondins courts sur une sorte de cadre. Dans ce cas, deux hommes sont nécessaires, l'un devant et l'autre derrière. Le cadre est muni de brancards et de jambages et permet le transport de charges importantes de bois sur les pistes forestières.

Traîneaux

Le transport de bois de chauffage ou de petits billons se fait sur des traîneaux de modèle différent de ceux employés pour les grosses grumes.

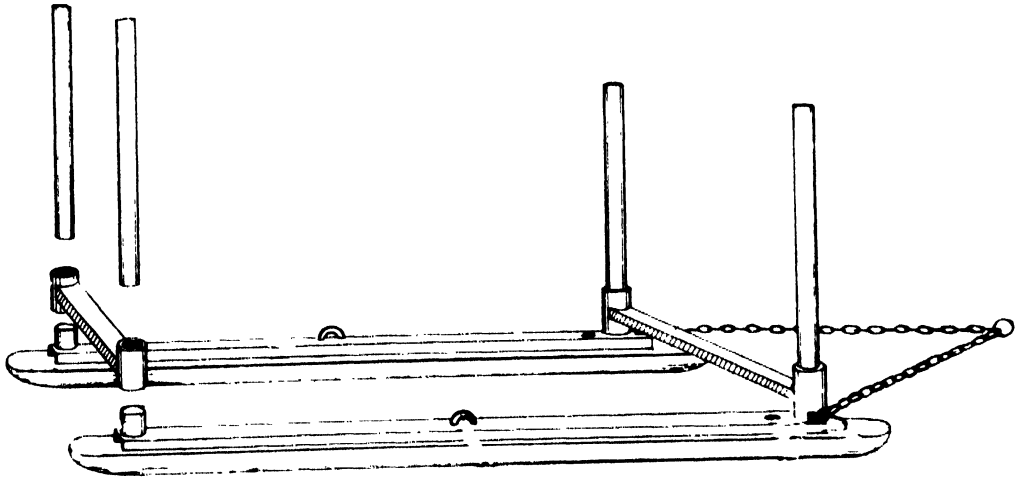


Fig. 97 - Traîneau fait de tubes et de cornières de fer

Le traîneau représenté sur la Figure 97 a environ 5 m de long, 1 m de large et des patins de 6 cm de largeur. Les rondins sont empilés en travers et maintenus par une corde tendue entre l'avant et l'arrière. Il peut se déplacer sur des terrains mous où les charrettes à roues enfonceraient. Il a un grand avantage sur ces dernières en raison de son peu de hauteur et qu'il demande donc moins d'effort pour le chargement. Un autre modèle de traîneau fait de tubes et de cornières peut se démonter facilement.

On a conçu une variante du traîneau pour le transport du bois de chauffage. On utilise deux cadres de scies à bûches réformés, renforcés au moyen de tubes de 3 cm de diamètre et de fer cornière de 5 cm (Fig. 98).

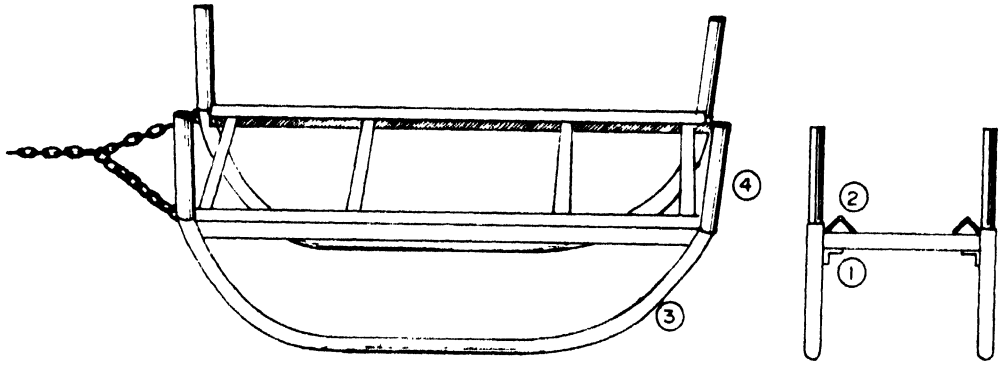


Fig. 98 - Traîneau fait de cadres de scies à bûches

1) Fer cornière pour les longerons et les traverses
2) Fer cornière renversé et soudé sur place. Il évite le glissement sur les côtés des billons
3) Vieux cadres de scies à bûches
4) Tube de 3 cm de diamètre pour les ranchers

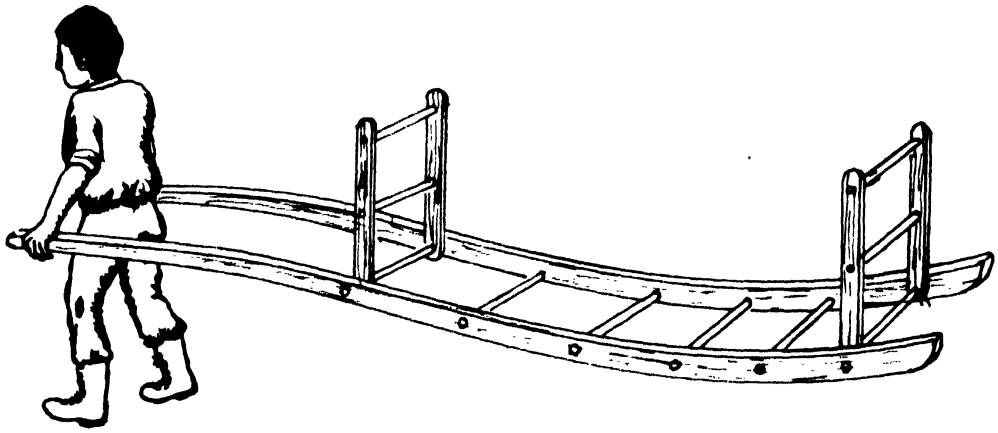


Fig. 99 - Traîneau à un homme
pour le transport du bois de chauffage

Arches de débardage à main

Le principe consiste à soulever l'extrémité de la grume au-dessus du sol afin de réduire le frottement (Fig. 100) ou tirer un arbre encroué.

En Afrique orientale où les animaux de trait sont pratiquement absents, on a fait des essais systématiques sur différents modèles.

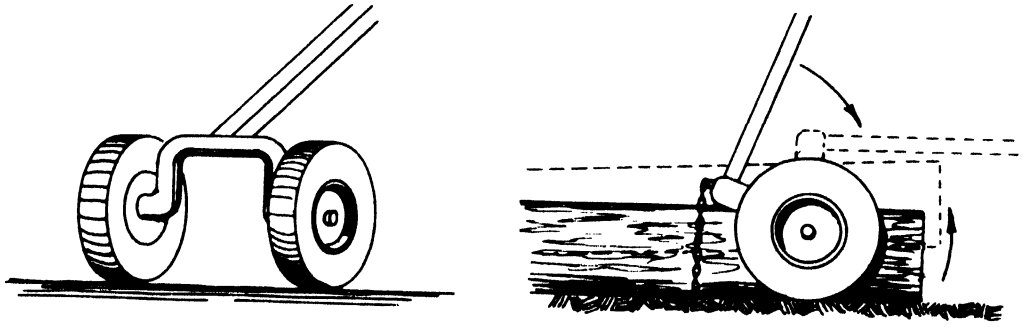


Fig. 100 - Relevage du bout avant d'une grume avec une petite arche de débardage à roues

On fabrique une arche avec du tube de section ronde ou rectangulaire aux extrémités duquel on soude deux fusées de roue. Les roues sont montées sur ces fusées et on attache une flèche au milieu de cette arche. Si cette flèche est en métal, elle peut être soudée directement; si elle est en bois, elle peut être fixée dans un manchon de métal soudé à l'arche. Le transport de l'arche d'un lieu de travail à un autre est facilité par l'emploi d'une flèche amovible.

Pour opérer, on roule l'arche au-dessus de la grume ou on la soulève pour la passer par-dessus. On lève la flèche, et l'arche tournant autour des roues bascule et vient reposer sur le dessus de la grume. On passe une chaîne légère autour de la grume et la flèche est alors remise en position horizontale, ce qui soulève l'extrémité de la grume.

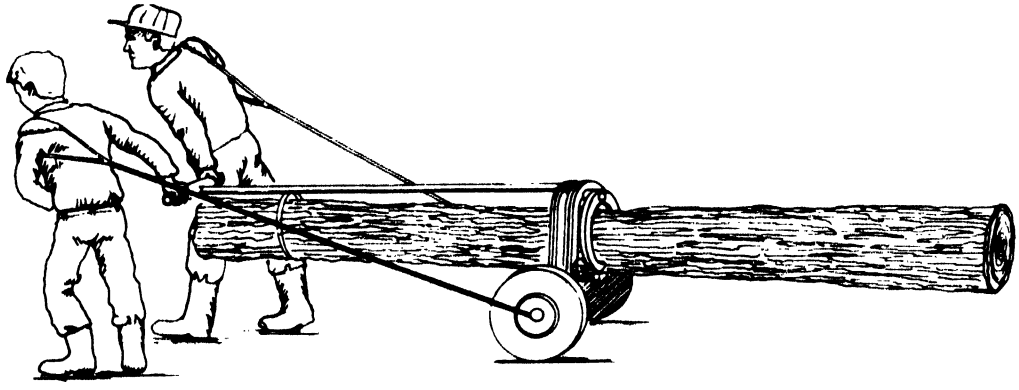


Fig. 101 - Deux hommes déplaçant une grume à l'aide d'une arche de débardage légère

Un moyen simple d'accrochage de la chaîne consiste à souder une courte longueur de fer cornière de 5 cm au sommet de l'arche. On découpe un certain nombre d'échancrures dans la cornière pour qu'elle puisse recevoir les maillons de la chaîne. Cela permet un accrochage et un décrochage faciles (Fig. 102). Parfois, on utilise des pinces pour maintenir la grume (Fig. 103).

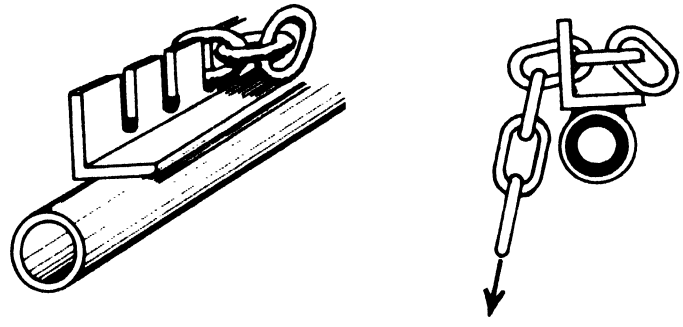


Fig. 102 - Système d'accrochage de la chaîne

Pour déplacer de grosses grumes avec une arche à main, il est nécessaire d'employer des harnais d'épaule. Ceux-ci, normalement attachés aux moyeux des roues, permettent à deux hommes de tirer de très grosses grumes. Dans ce cas, la flèche dépasse le devant de la grume et permet aux deux deux hommes de diriger l'arche et d'éviter les obstacles (Fig. 101).

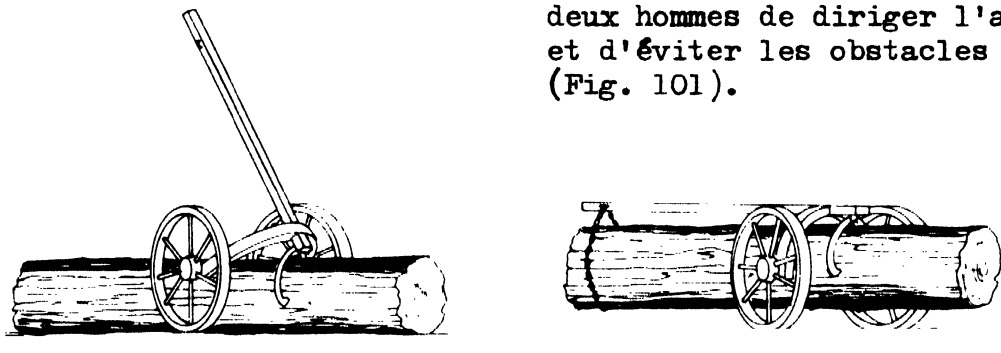


Fig. 103 - Utilisation de pinces pour maintenir la grume

Les arches de débardage légères à roues sont utilisées normalement pour une seule grume. S'il faut déplacer plusieurs petites grumes ou arbres entiers, on emploie des câbles plutôt que des pinces pour soulever la charge.

Ces arches de débardage peuvent également être employées pour désencrouer les arbres quand cela se présente.

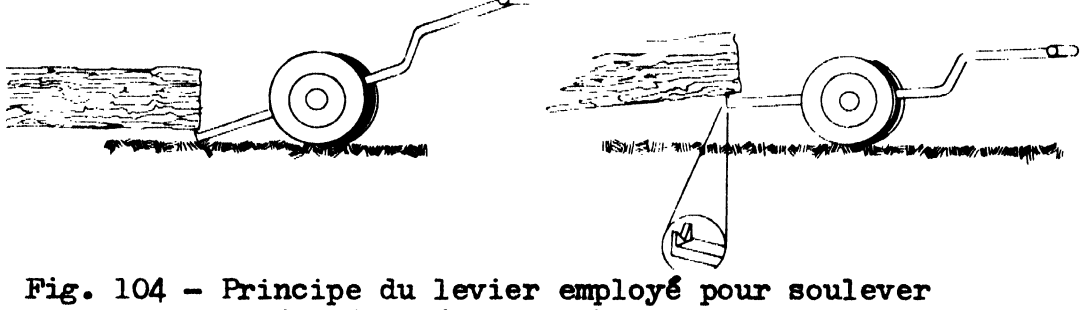


Fig. 104 - Principe du levier employé pour soulever l'extrémité antérieure d'une grume

Une variante de ce moyen de transport des grumes supporte le bout avant de la grume par en dessous plutôt qu'en la suspendant à une arche. C'est une autre application du principe du levier, l'axe servant de point d'appui, et qui résulte en un soulèvement de l'extrémité de la grume et donc une diminution du frottement quand on tire la grume (Fig. 104).

Lors du débardage, les techniques d'emploi de l'arche varient selon la pente du terrain. Il faut toujours débarder vers le bas, mais on peut également débarder sur terrain plat. Lorsque la pente est inférieure à 10 %, la charge doit être attachée près de son centre de gravité afin d'éviter les frottements au sol, l'arche opérant comme un porteur. Pour les pentes entre 10 et 40%, il faut compter sur une certaine force de freinage que l'on obtient en attachant la grume de façon à ce que 50% de son poids reste sur le sol. Cette partie agit comme l'ancre flottante des marins.

Portage du bois

Il existe des systèmes très efficaces pour porter ou traîner les grumes. Un dispositif pour porter, avec un homme de chaque côté du manche placé à l'extrémité de la grume, permet de la soulever et de la tirer (Fig. 105). L'emploi de deux, trois et plus de ces dispositifs par le nombre d'ouvriers correspondant permet le portage des grumes au-dessus du sol (Fig. 106).

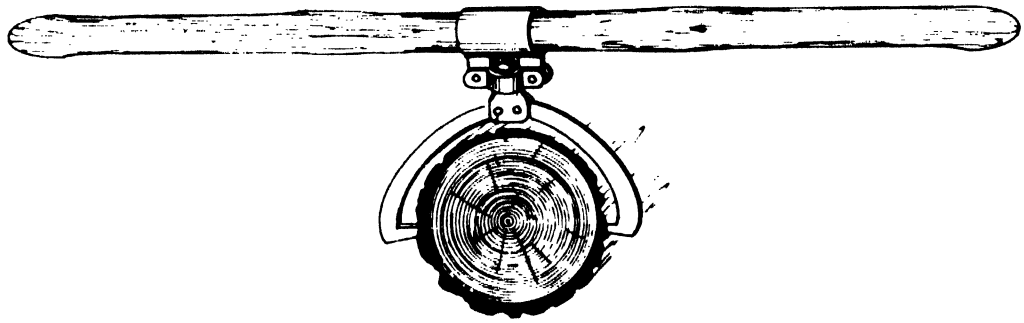


Fig. 105 - Dispositif pour porter les grumes

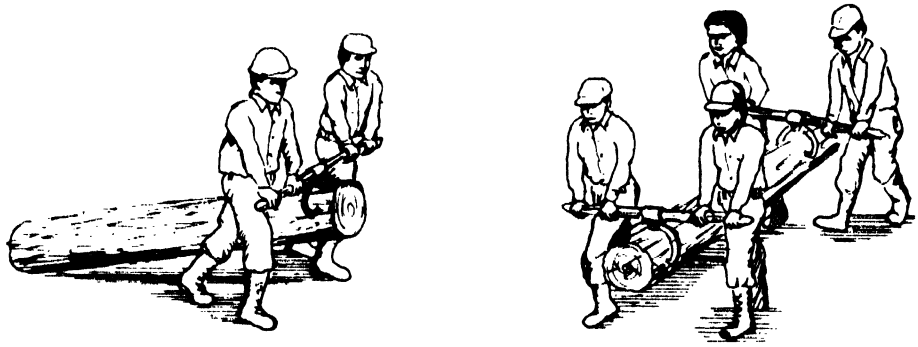


Fig. 106 - Tirage et portage de grumes au moyen de dispositifs de portage

Les pinces sont montées sur un émerillon pour permettre le mouvement du manche par rapport à la grume au cours des déplacements pour franchir les obstacles. Quand on utilise le système à deux pinces, il est très important de s'assurer que les pinces sont bien accrochées avant de soulever la grume.

La fabrication des parties métalliques de ces appareils est à la portée de n'importe quel forgeron ou atelier de mécanique.

Afin de réduire les efforts nécessaires des deux hommes pour traîner - ou des quatre hommes pour porter une grume, on peut utiliser une paire de roues montées sur un axe (Fig. 107). Un jeu de petites roues, de diamètre inférieur à 40 cm, peut être fait en bois, ou si on les préfère plus grandes, on peut employer de vieilles roues de motocyclette ou d'automobile. Un berceau destiné à recevoir la grume est fixé sur l'axe. S'il est en métal, il peut être soudé directement. S'il est en bois, on peut le fixer au moyen de deux étriers. La voie du chariot doit être d'environ 1 m ou moins.

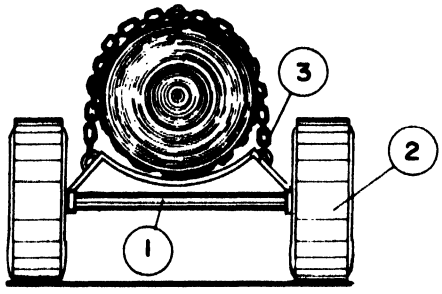


Fig. 107 - Train de roues supportant une grume

Le fonctionnement est le suivant: l'extrémité de la grume est soulevée et l'avant-train est placé sous elle de façon à reposer sur le berceau. On enroule une chaîne autour de la grume pour la maintenir sur le berceau. Cette chaîne est en deux morceaux et doit être bien serrée et attachée au moyen d'un maillon de blocage (Fig. 108). C'est un maillon rond ayant un prolongement étroit dans lequel on glisse un maillon ordinaire à plat. Ce type d'accrochage est rapide et facile à décrocher. La chaîne a environ 1 cm de diamètre et le maillon de blocage un peu plus.

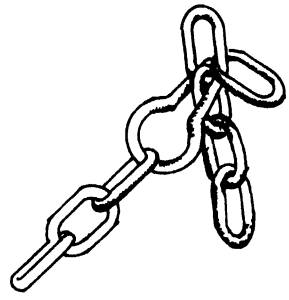


Fig. 108 - Maillon de blocage

Kuda-Kuda et roulage

Il existe beaucoup de moyens de faciliter le traînage à la main ou le roulage des grumes. Leur rôle consiste à réduire le frottement.

Ces méthodes de transport sont courantes dans les pays en développement le long des berges des rivières ou sur le bord des lacs et sur des distances jusqu'à 400 mètres. Les grumes doivent être plus

ou moins cylindriques et ne pas dépasser normalement 4 à 6 m de long. Le chemin de roulage est dégagé de ses obstacles et ouvert aussi droit que possible (Fig. 109 a). On peut accepter parfois certaines courbes si l'on doit éviter des arbres de grande taille et souvent pourvus de contreforts. Des perches ou des troncs d'arbres entiers sont placés parallèlement et les grumes sont roulées dessus. Si le sol est très inégal, on peut avoir recours à des caissons ou à toute autre forme de support.

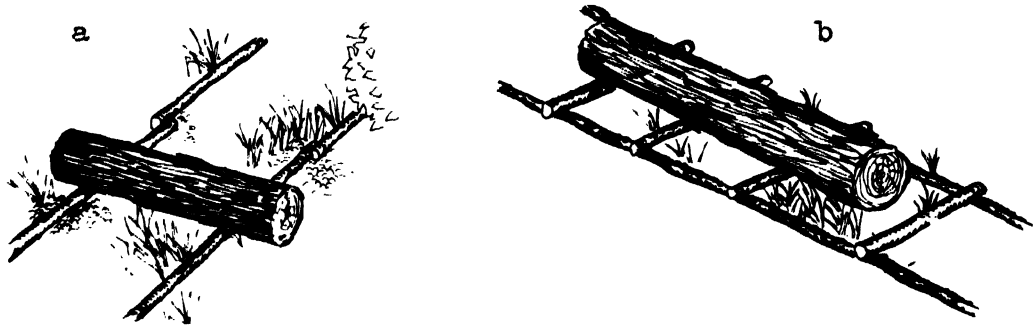


Fig. 109 - a) Chemin de roulage pour grumes fait de perches
b) Utilisation de rouleaux sur un chemin de roulage

On peut utiliser ces chemins de roulage d'une autre façon, en coupant un certain nombre de rouleaux cylindriques, environ quatre ou cinq, que l'on place en travers sur les perches; la grume reposant sur eux est déplacée dans le sens de la longueur (Fig. 109 b). Les rouleaux sont transportés vers l'avant aussitôt qu'ils sont libérés.

Les chemins de roulage et le Kuda-Kuda sont des systèmes encore utilisés en Malaisie, Indonésie et Birmanie; ils emploient un traîneau qui supporte la grume et une voie constituée de traverses, ou chemin de glissement, sur laquelle le traîneau chargé est poussé et tiré (Fig. 110).

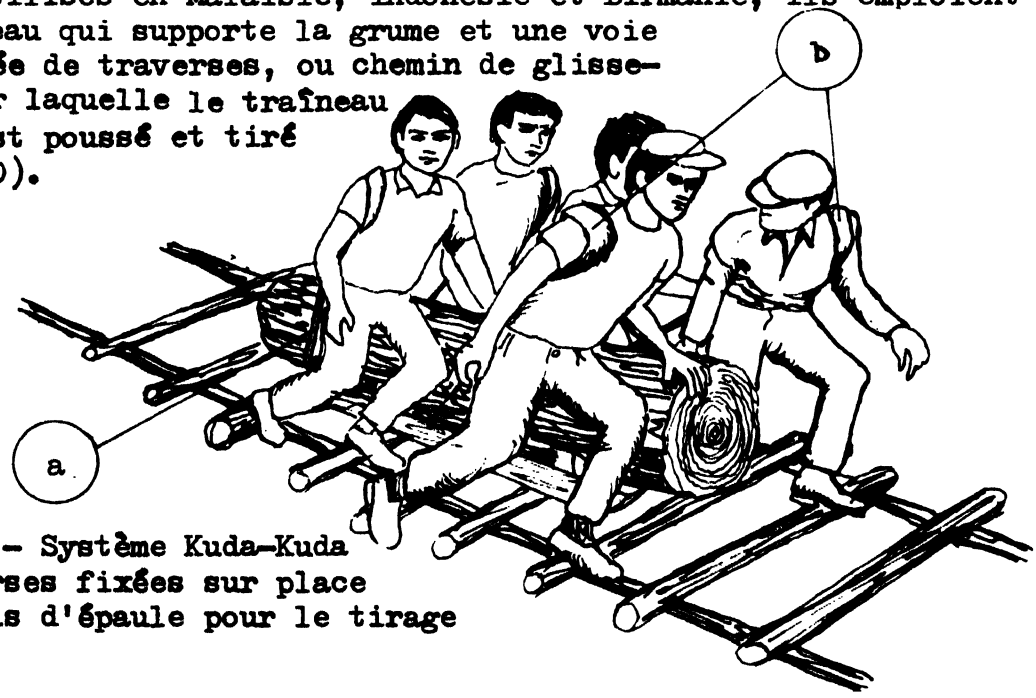


Fig. 110 - Système Kuda-Kuda
a) Traverses fixées sur place
b) Harnais d'épaule pour le tirage

Les longerons sont entaillés pour maintenir les traverses (a) en place. Ces traverses sont parfois clouées ou attachées avec du rotin. Elles sont espacées de façon à permettre aux hommes de marcher pas à pas avec aisance, environ 50 cm d'axe en axe. Il faut normalement cinq à six hommes pour déplacer le traîneau et ils sont pourvus de harnais d'épaule (b) suffisamment larges pour ne pas couper l'épaule. Ces harnais sont attachés au traîneau par des cordes.

Quand on roule la grume sur le traîneau, on enfonce des piquets dans le sol contre le patin opposé afin de maintenir le traîneau fermement et éviter tout déplacement latéral durant le chargement.

Les patins du traîneau sont arrondis à chacun des bouts de façon à pouvoir déplacer le traîneau en avant ou en arrière sans être obligé de le retourner en bout de route. Le profil des patins est également arrondi pour limiter au maximum le contact avec les traverses de la voie. Ces patins ne sont pas ferrés. Les berceaux du traîneau sont prévus pour maintenir l'écartement des patins et sont renforcés avec des entretoises. Un trou est percé à chacune des extrémités des patins pour y fixer les cordes, chaînes ou câbles de tirage (Fig. 111).

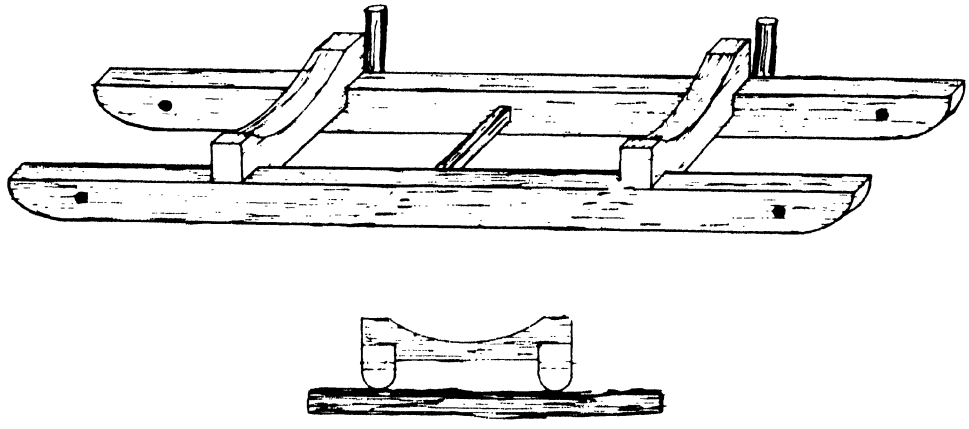


Fig. 111 - Traîneau de Kuda-Kuda

A côté des hommes tirant sur les harnais, d'autres travailleurs peuvent parfois tirer ou pousser également la grume au moyen de chevilles enfoncées dedans. Afin de rendre le transport plus facile, on lubrifie les patins du traîneau et les traverses de la voie avec de la vieille huile ou de la graisse. L'avantage du Kuda-Kuda sur le roulage est qu'il demande un chemin beaucoup plus étroit.

Chemin de fer à voie étroite

Si l'on peut se procurer de vieux rails de voie étroite, on peut faire un excellent chemin pour déplacer les grumes (Fig. 112). On dégage une emprise étroite en forêt. Les arbres sont coupés très bas ou même le terrain est essouché. On pose des traverses tous les

60 cm environ d'axe en axe. Ces traverses ont à peu près 2 m de long. Parfois on les pose sur des longerons afin de niveler la voie. Ces longerons peuvent être entaillés pour mieux maintenir les traverses

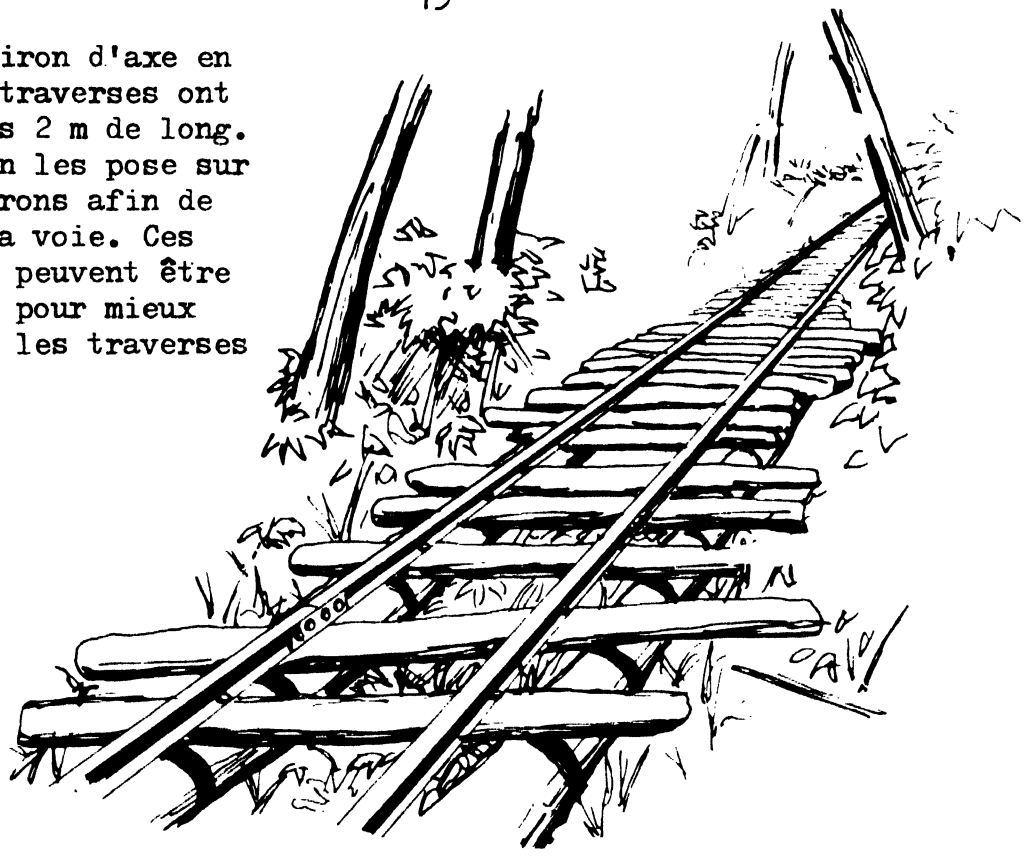


Fig. 112 - Chemin de fer à voie étroite

Les rails légers sont fixés sur les traverses avec des crampons à rail. Un chemin de madriers sur lequel peuvent marcher les hommes poussant ou tirant le wagon est fixé entre les rails. La marche est ainsi beaucoup plus aisée que sur les traverses. Un wagon à châssis léger, monté sur des axes et des roues de chemin de fer à voie étroite, reçoit la charge de grumes et est poussé ou tiré à la main jusqu'à destination (Fig. 113).

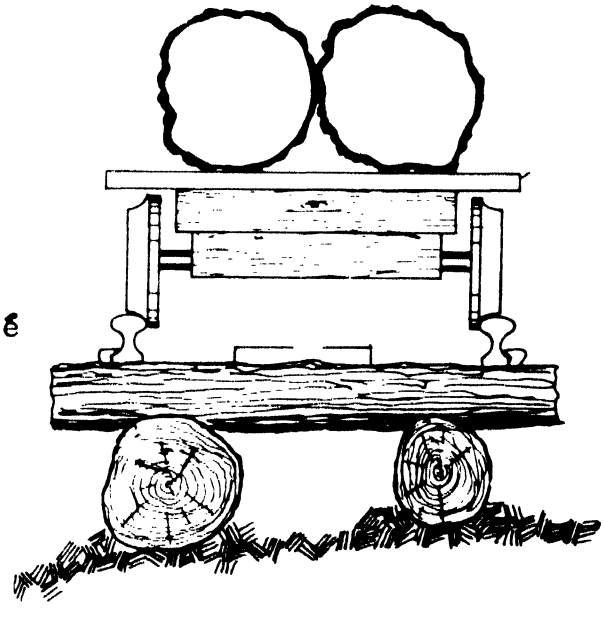


Fig. 113 - Voie étroite de chemin de fer et wagon vus en coupe

Voie de poteaux

La voie de poteaux est une variante du rail (Fig. 114). Au lieu de rails de voie étroite qui ne sont pas toujours disponibles, on emploie des poteaux ou des perches longues.

Les roues du wagon sont en bois et sont creusées profondément afin de bien tenir sur les poteaux. En raison des courbes et de la décroissance des arbres, il n'est pas possible de maintenir le parallélisme des perches avec autant de précision qu'avec les rails métalliques. Afin de s'y adapter, les roues sont creusées d'une gorge profonde et sont montées sur leurs axes de façon à pouvoir se déplacer latéralement. De cette façon, elles sont guidées correctement malgré les grandes irrégularités. En général il suffit d'un écartement des traverses de 1,0 à 1,5 m. On peut attacher les traverses aux longerons avec du fil de fer ou bien les clouer. Si on emploie le fil de fer, il faut encastrer celui-ci pour qu'il ne soit pas coupé par les roues. Un chemin de madriers ou de perches légères peut être placé au milieu de la voie pour faciliter la marche des hommes qui poussent ou tirent le wagon.

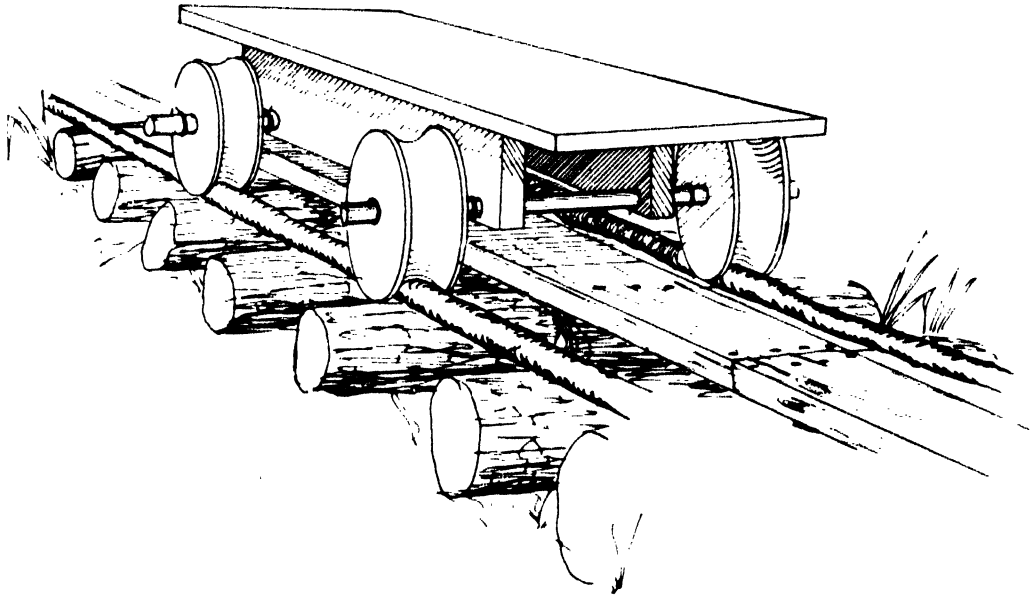


Fig. 114 - Voie de poteaux

Rampe de débardage

Lorsqu'on doit déplacer des grumes le long d'une pente, soit vers le haut soit vers le bas, on peut aussi utiliser une voie faite en bois sur laquelle des wagons se déplacent avec la charge. La voie est très semblable à la voie ferrée à voie étroite. Les rails sont constitués de pièces de bois équarries,et les traverses de n'importe quelles grumes, ou de poteaux inutilisables pour d'autres usages.

Le wagon est pourvu de roues à boudins pour suivre la voie et les axes sont réunis de façon très souple pour s'accommoder des irrégularités de la voie. Ce wagon est normalement tiré par un câble ou descendu de la même façon selon l'opération. La source

motrice est située au sommet de la pente, que ce soit un treuil qui enroule ou déroule le câble, un animal de trait, ou un tracteur qui se déplace en avant ou en arrière selon les cas.

Si les charges sont descendues avec un tel système, il faut prévoir un mode de freinage installé au sommet permettant de contrôler la vitesse de la charge.

Glissoirs à grumes

Les glissoirs ont été utilisés depuis des siècles pour déplacer les bois sur les pentes très inclinées. Des glissoirs faits de perches, installés de façon permanente sont encore utilisés dans beaucoup de parties du monde. On a également employé des glissoirs en tôle d'acier et depuis quelques années des glissoirs en plastique.

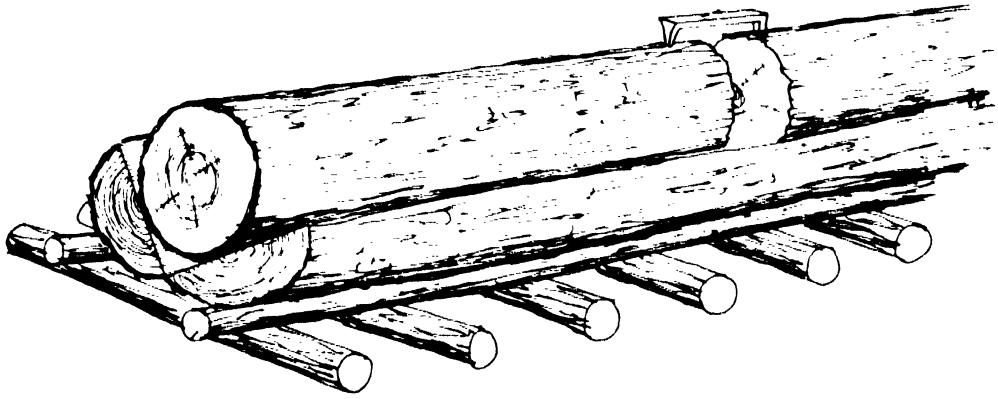


Fig. 115 - Traînage sur glissoir

La plupart des glissoirs ont recours à la force de gravité pour déplacer les grumes le long des pentes. Mais tous les glissoirs ne sont pas construits et utilisés sur des terrains accidentés. Parfois, on utilise sur des terrains plats ce que l'on appelle des glissoirs de traînage le long desquels on déplace des grumes sur de longues distances au moyen d'animaux de trait, ou à la main sur de courtes distances (Fig. 115). Le but recherché est le même que dans le cas du Kuda-Kuda, des voies de poteaux, etc. c'est-à-dire déplacer des grumes longitudinalement avec le minimum d'effort. Ce genre de glissoir peut être constitué de fûts, d'arbres entiers, de perches qui peuvent être fendues longitudinalement. Ces demi-grumes sont placées sur des traverses et appuyées sur des coins ou des poteaux plus petits. L'angle des deux côtés du glissoir doit être de l'ordre de 90°. Si cela est nécessaire, on lubrifie les côtés du glissoir avec de la vieille huile ou tout autre lubrifiant qui puisse réduire le frottement. Il suffit parfois de mouiller le glissoir avec de l'eau.

Quand on dispose d'animaux de trait on peut relier bout à bout un certain nombre de grumes selon la force des animaux.

Des glissoirs transportables peuvent être faits de madriers de dimensions et selon un assemblage permettant un montage et un démontage faciles (Fig. 116). De tels glissoirs permettent le transport de grumes courtes ou de billons sur des terrains très accidentés. On peut prévoir des courbes pour contourner les obstacles en relevant le glissoir. Les sections de glissoir sont généralement posées sur le sol et calées avec des pierres, des morceaux de bois, etc. On peut combiner les sections jusqu'à atteindre une centaine de mètres. Les madriers de bois feuillus sont plus efficaces que ceux de bois de conifères.

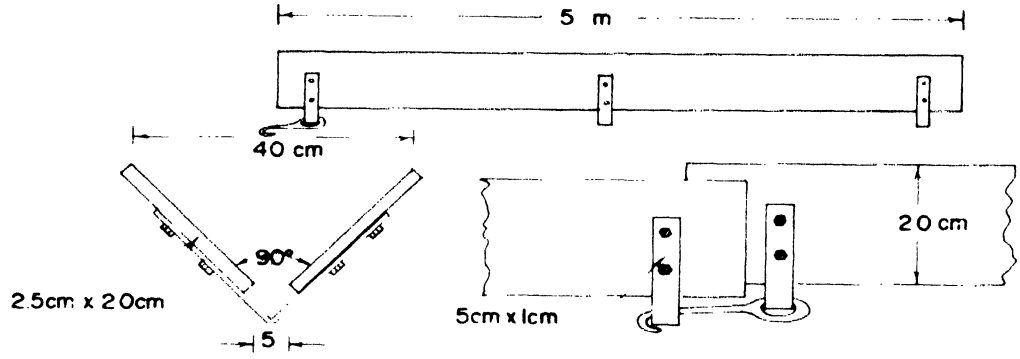


Fig. 116 - Glissoirs de madriers transportables

Du fer plat de 1 x 5 cm de section est plié à angle droit. On y perce six trous pouvant recevoir des boulons de 1 cm de diamètre. On perce les trous correspondants dans les madriers et les têtes des boulons sont encastrées dans le bois pour ne pas accrocher les grumes. Un écartement de 5 cm est prévu dans l'angle des deux madriers pour permettre l'évacuation des écorces et des débris qui pourraient obstruer le passage.

Déplacement de charges au moyen d'animaux

Harnais de tirage

Les ânes et les mulets sont employés comme animaux de trait dans de nombreux pays. Les chevaux de trait sont moins communs et sont plus sensibles à la chaleur, aux insectes ou aux maladies.

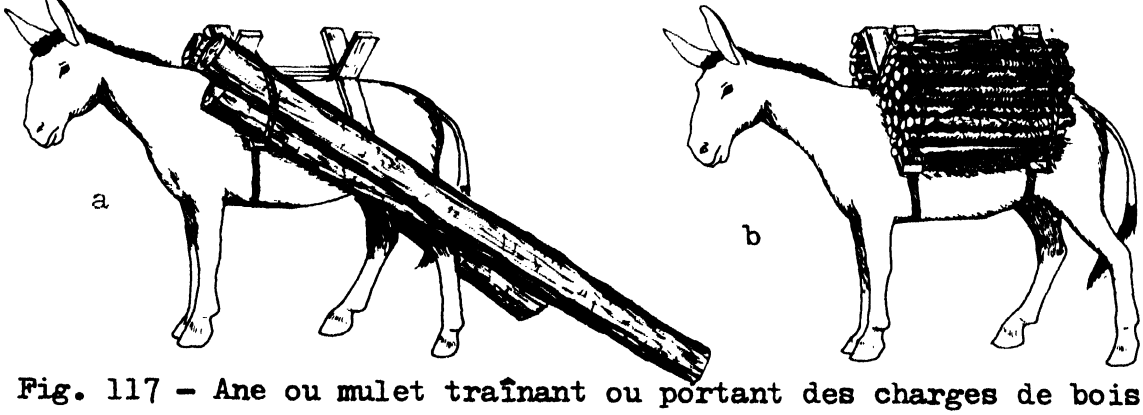


Fig. 117 - Ane ou mulet traînant ou portant des charges de bois

Les animaux de trait sont utilisés pour traîner ou porter des charges. Généralement, le bois court est porté par des animaux pourvus d'un bât spécial (Fig. 117 b) alors que le bois long est traîné, une extrémité attachée au bât et l'autre frottant sur le sol (Fig. 117 a).

Lorsqu'on débarde des grumes longues ou des perches avec des mules, le harnais réduit est préférable. Dans tous les cas, il faut un collier car les animaux de trait, le boeuf excepté, tirent avec leurs épaules.

Deux possibilités de harnais sont représentées sur les figures: chaînes attachées au collier et à la charge (Fig. 118 b) ou traits et palonnier (Fig. 118 a).

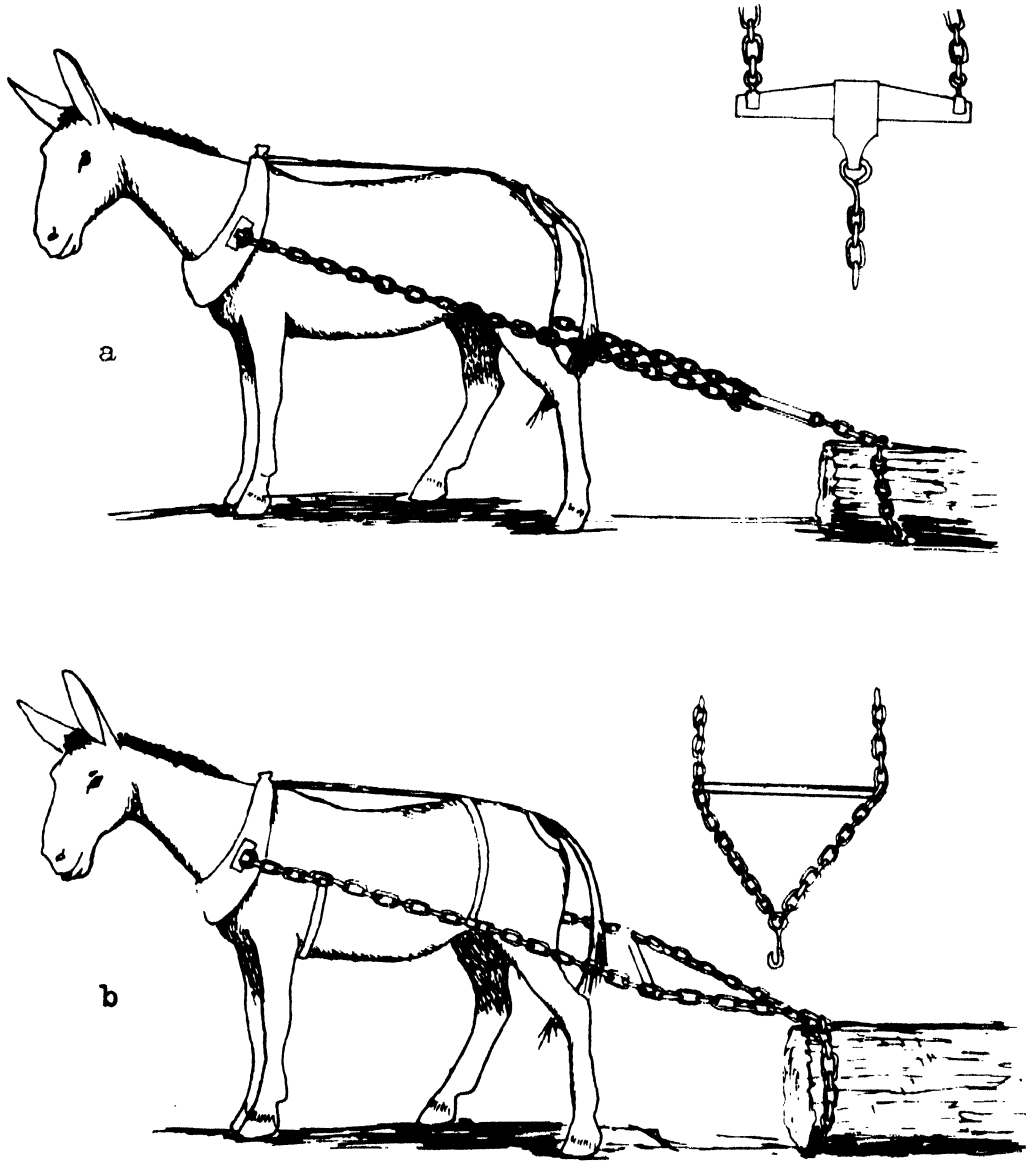


Fig. 118 - a) Traits et palonnier
b) Attelage par chaînes et collier

Quand on transporte des chargements de bois courts au moyen d'ânes ou de mulets, le bois est généralement lié en paquets qui sont attachés au bât.

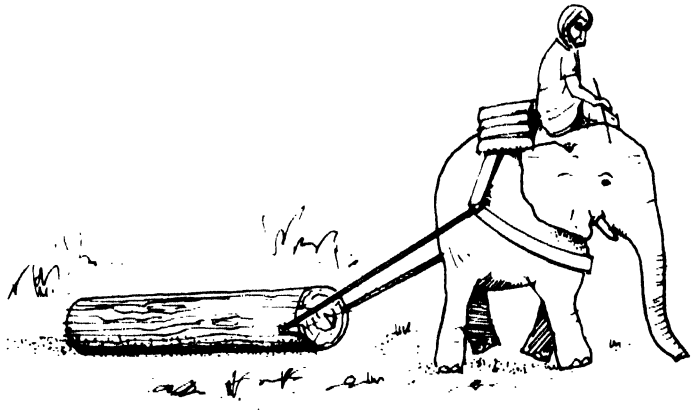


Fig. 119 - Débardage avec l'éléphant

Que le bois soit long ou court, il est très important d'équilibrer les charges autant que possible des deux côtés de l'animal pour réduire au maximum la gêne qui lui est imposée.

En Thaïlande, en Birmanie, en Inde et au Sri Lanka, on utilise des éléphants pour le tirage et le portage des grumes. Le harnais représenté sur la Fig. 119 semble donner les meilleurs résultats.

Arches et traîneaux de débardage

Les arches de débardage à main, également appelées "sulkis", ont déjà été mentionnées antérieurement (page 66) mais les arches tirées par des animaux ou par un tracteur sont couramment employées pour le transport des grumes (Fig. 120).

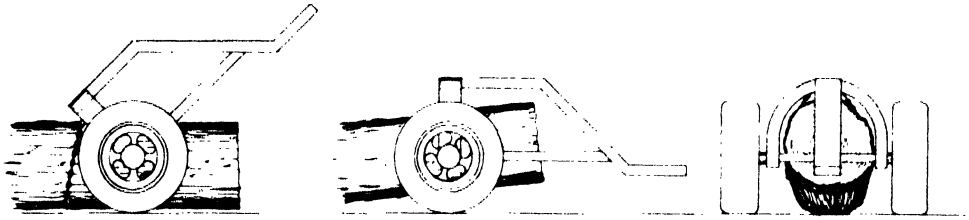


Fig. 120 - Arche faite avec des vieux pneus d'automobile

Les traîneaux de débardage et les autres équipements de débardage sont utilisés pour le transport du bois, qu'il soit long ou court (Fig. 121). Parfois les roues et le traîneau sont utilisés en combinaison de sorte que sur terrain ferme on profite des caractéristiques des roues, alors que sur terrain mou le traîneau peut passer là où les roues s'enfonceraient.

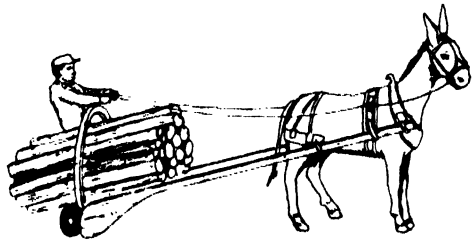


Fig. 121 - Roues et traîneau en combinaison

Vieux ressorts de voiture montés sur un axe selon un certain écartement (Fig. 122). L'avantage de ce dispositif sur les pelles qui ont tendance à se renverser sur certains obstacles est que les ressorts isolés surmontent les obstacles sans que les autres ressorts ne soient touchés. Les extrémités des grumes transportées reposent sur les ressorts et sont accrochées à la tringle transversale avec des cordes, du câble ou des chaînes légères.

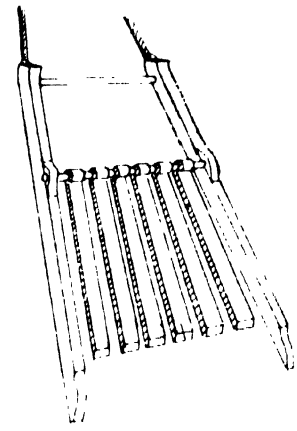


Fig. 122 - Dispositif de débardage fait de vieux ressorts de camion

Une variante de traîneau de débardage tiré par un animal consiste en une arche faite de tubes attachés à deux patins de traîneau comme le montre la Fig. 123. L'arche en tubes pivote sur des supports fixés sur les patins de façon à pouvoir reposer sur l'extrémité de la charge quand on met le traîneau en place. On passe une chaîne autour des grumes et on l'attache. Quand on tire le traîneau, la charge oblige l'arche à prendre une position plus élevée, position dans laquelle elle est maintenue par une chaîne allant de l'arche à l'avant du traîneau. Un principe semblable

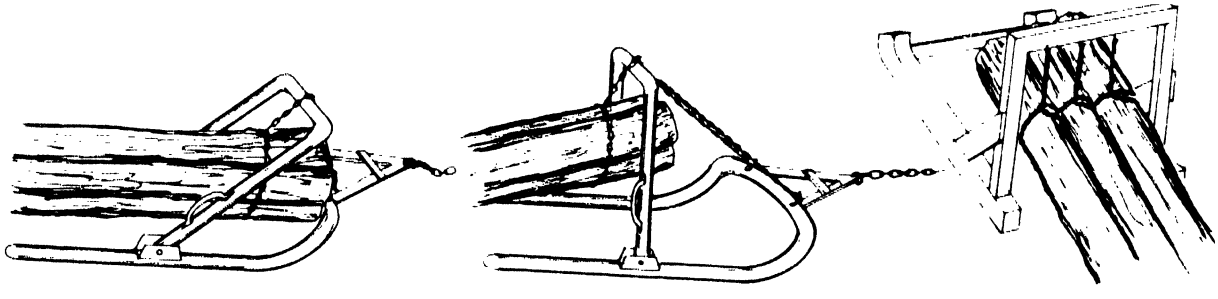


Fig. 123 - Arche sur traîneau soulevant la charge

Fig. 124 - Traîneau muni d'une arche soulevant les extrémités des grumes après les avoir attachées par des chaînes, les patins étant verticaux

est utilisé dans le dispositif illustré par la Fig. 124. La traction exercée sur le traîneau et le frottement de la charge sur le sol redressent l'arche et soulèvent l'extrémité des grumes.

Un traîneau de débardage d'origine norvégienne consiste en légers patins de bois séparés par une traverse attachée aux brancards par une articulation (Fig. 125). L'animal de trait (mulet, âne ou cheval) recule et fait basculer le traîneau dont le berceau vient reposer sur le dessus de la grume. Celle-ci est attachée au traîneau par une chaîne; lorsque l'animal tire vers l'avant, le traîneau pivote sur l'arrière de ses patins soulevant la grume et la faisant avancer jusqu'à ce qu'elle repose sur le berceau.

Celui-ci est garni d'un fer en dents de scie sur toute sa longueur. Les dents entrant dans l'écorce empêchent la grume de glisser et de reculer. Un tel traîneau peut être modifié pour être tiré par un petit tracteur.

Un dispositif simple de transport pour des bois courts est le berceau de débardage (Fig. 126). Un bon exemple est celui fabriqué au moyen d'un vieux fût à essence dont on a retiré les fonds. On utilise un quart de la paroi du fût. Il se montre particulièrement utile pour descendre les bois courts en terrain accidenté. Comme le montre la figure, des brides en "U" sont fixées à l'avant et à l'arrière de la tôle. Cette tôle a 2 mm d'épaisseur, 1,25 m de large et 2,50 m de long.

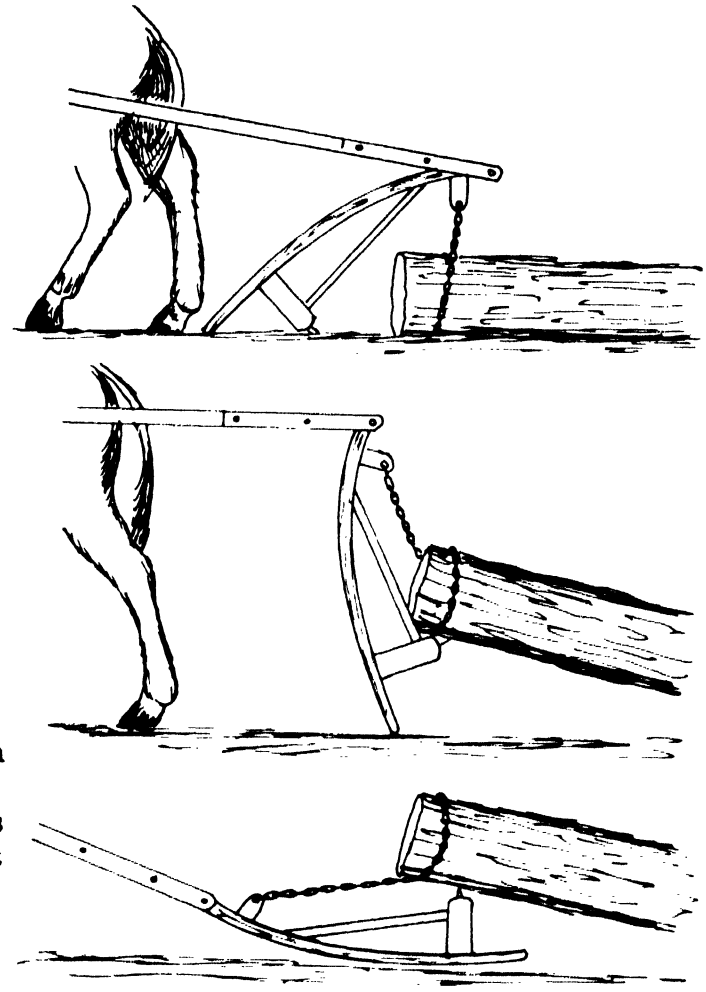


Fig. 125 -
Traîneau de débardage norvégien

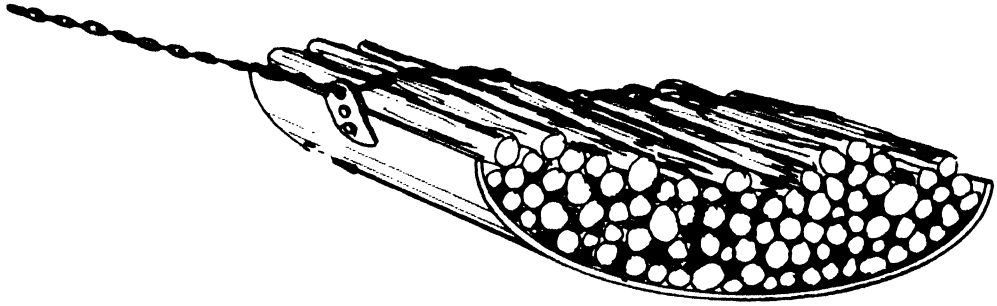


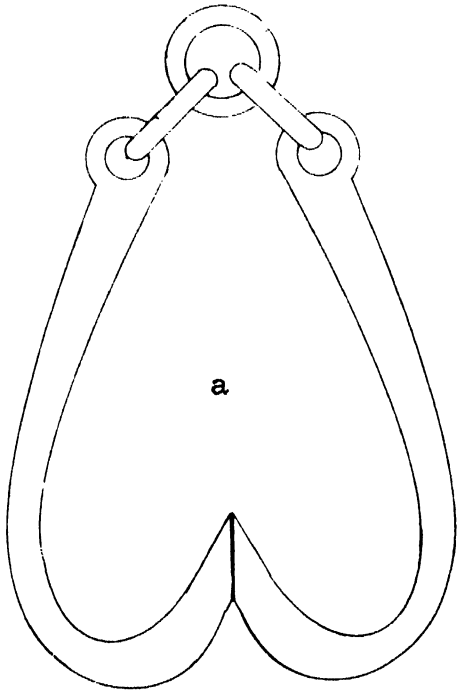
Fig. 126 - Berceau de débardage

Puissance normale de traction des animaux

Animal	Poids moyen (kg)	Force de traction approximative (kg)	Vitesse moyenne (m/sec)	Puissance (CV)
Cheval léger	400-700	60-80	1.0	1.0
Boeuf	500-900	60-80	.6 - .85	.75
Buffle	400-900	50-80	.8 - .9	.75
Vache	400-600	50-60	.7	.46
Mulet	350-500	50-60	.9 -1.1	.70
Ane	200-300	30-40	.7	.35

Pinces de débardage

Ces pinces ont vu le jour dans le sud des Etats-Unis et ont été conçues pour le tirage de fûts entiers de petites dimensions par des mulets. La distance de débardage dépasse rarement 50 mètres et le mulet peut faire 10 à 12 rotations par heure.



La figure montre comment est fabriquée la pince. L'anneau qui est attaché par une chaîne au harnais du mulet est fait à partir d'une barre d'acier doux de 1,5 cm de diamètre et de 28 cm de long. Les deux anneaux reliant le premier aux deux branches de la pince sont faits avec 20 cm de barre d'acier doux de 1,25 cm de diamètre. Les branches sont forgées dans de la barre d'acier au carbone de 2 cm de diamètre et de 55 cm de long.

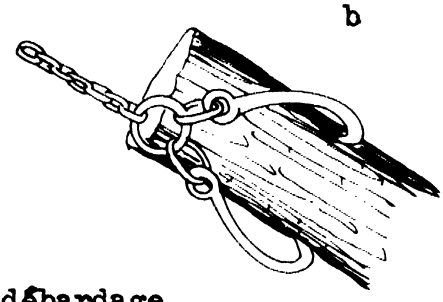


Fig. 127 - Pince de débardage
a) Schéma des éléments la constituant
b) La pince en action

Cônes et pelles de débardage

Lorsqu'on dispose de force animale ou mécanique, il existe un choix beaucoup plus grand de moyens et de méthodes de transport des grumes que quand on utilise seulement la force humaine.

Fig. 128 - Cône de débardage a) Forme; b) Fonctionnement

Lors du débardage au sol, un des désavantages est que le bout avant de la grume tend à s'enfoncer dans le sol et que de la terre s'accumule devant. Cela augmente énormément l'effort requis pour déplacer la grume. Un certain nombre de moyens ont été trouvés pour réduire cet inconvénient. On a déjà vu que l'on pouvait soulever le devant de la grume. Un autre procédé est le cône de débardage qui s'adapte au devant de la grume pour éviter les accrochages, diminuer les frottements et réduire les dommages aux arbres sur pied quand la charge passe à côté.

On peut fabriquer un cône efficace avec de la tôle de 2 mm d'épaisseur dans laquelle on découpe un rond de 1,5 m de diamètre. On coupe ce rond en quatre, on plie ces quadrants en cônes et on les assemble de façon qu'il y ait trois épaisseurs de tôle en bas et une en haut. On soude le tout sur les côtés des morceaux. Une manille de 1,5 cm de diamètre est boulonnée à la pointe dans les trois épaisseurs de tôle du dessous. Lorsqu'on débarde, on attache une chaîne à la grume, on passe cette chaîne à travers la manille et on accroche la chaîne au tracteur. La partie lourde du cône supporte les avaries et, en raison de son poids, tend à maintenir le cône dans le bon sens (Fig. 128).

Une autre version du cône de débardage peut être réalisée avec de la tôle de 2 mm d'épaisseur à laquelle on donne par forgeage une forme parabolique et en soudant les lèvres. On découpe un trou dans le nez du cône que l'on renforce en soudant un anneau de fer rond de 1,5 cm de diamètre. Cet anneau résiste à l'abrasion et à l'usure causée par la chaîne pendant le tirage (Fig. 129).

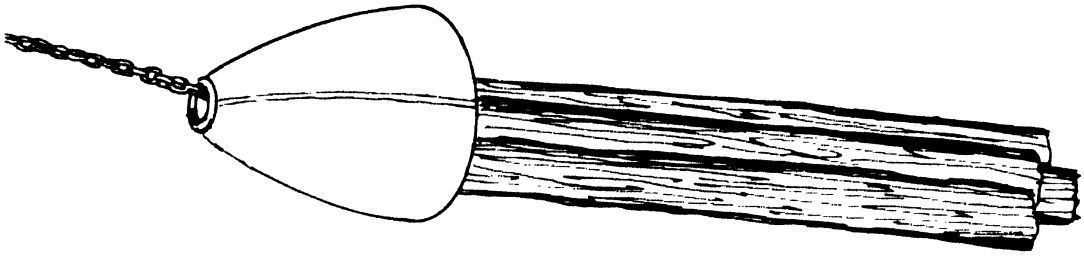


Fig. 129 - Cône de débardage parabolique

On peut également faire une pelle de débardage associée à un cône en prenant une tôle rectangulaire dont on replie les coins de devant en forme de cône pour réduire le frottement. L'avant de la (ou des) grume monte sur la pelle et la maintient dans le bon sens (Fig. 130 a).

Pour l'emploi efficace de la pelle de débardage, qui réduit grandement les efforts développés pendant le tirage, on soulève l'avant des grumes à débarder et on les laisse reposer sur une grume mise en travers. Cela simplifie l'accrochage

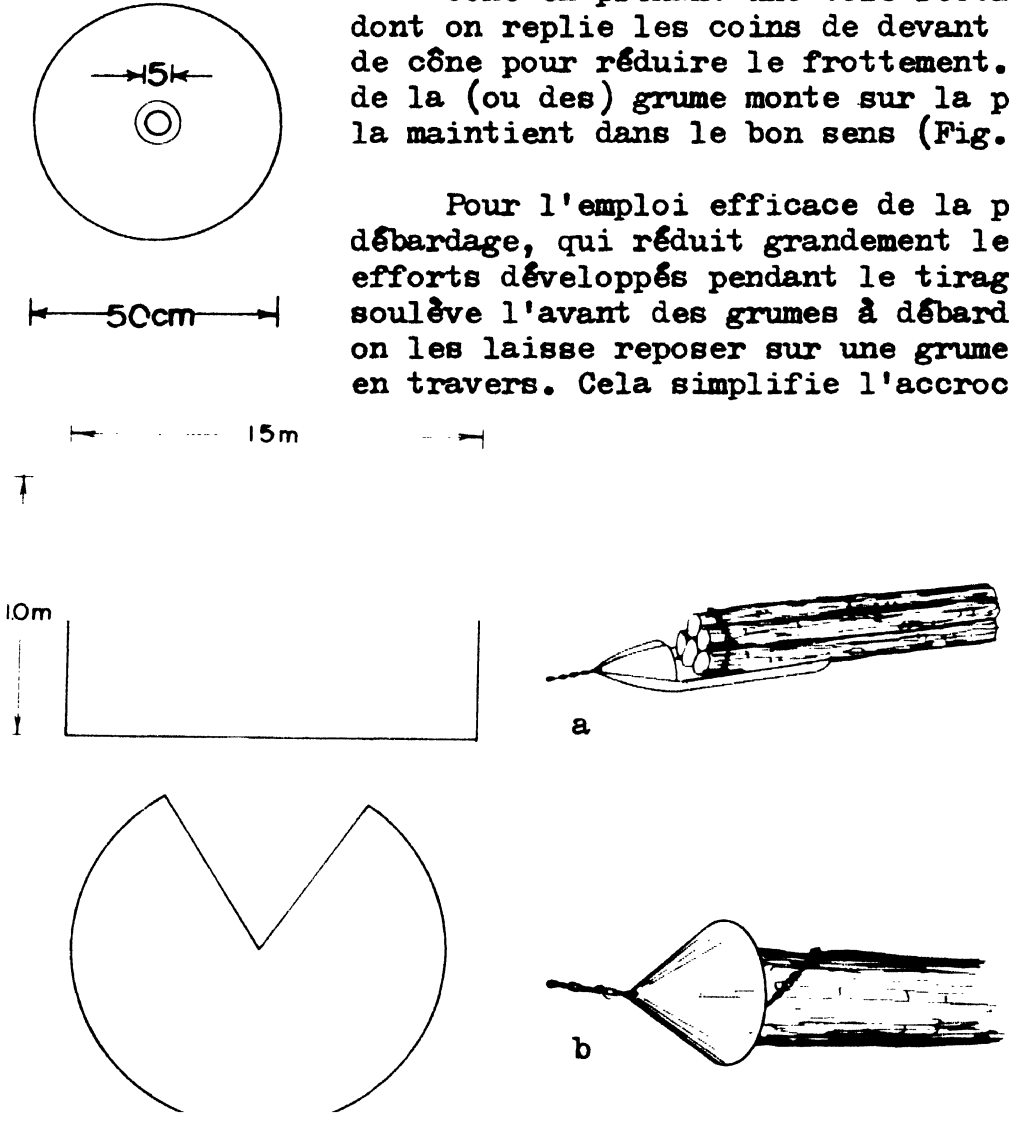


Fig. 130 - a) Pelle de débardage avec un nez en cône
b) Cône de débardage fait avec une tôle coupée en rond

avec une chaîne qui doit passer par-dessous la grume et s'enrouler autour. La pelle est placée à l'extrémité de la pile de grumes et la chaîne est serrée autour de la charge. Lorsque l'animal tire, le devant de la charge vient se poser sur la pelle. La chaîne du palonnier est alors raccourcie et attachée.

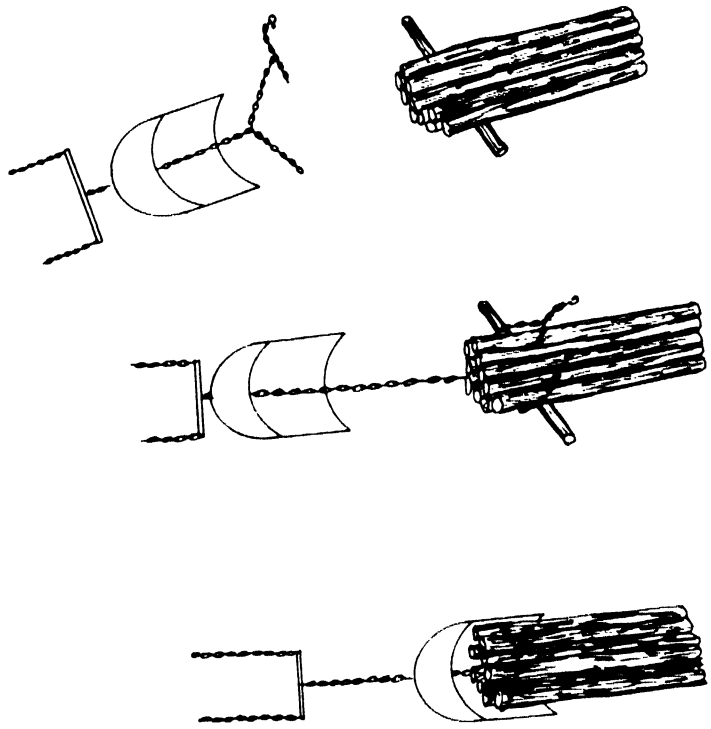


Fig. 131 - Emploi de la pelle de débardage

Triqueballes

Les triqueballes ont été fabriqués pour être utilisés avec des animaux de trait.

C'est un appareil très simple qui consiste en deux roues de grand diamètre et un fort essieu (Fig. 132). Les roues pouvaient avoir jusqu'à 4 m de diamètre, mais plus communément 2,5 à 3 m. Au centre de l'essieu est fixé un timon d'une certaine longueur et dépassant vers l'arrière. La partie avant de ce timon est la plus longue. Immédiatement derrière l'essieu on suspend à ce timon une pince à grumes ou un jeu de crochets avec une certaine longueur de chaîne.

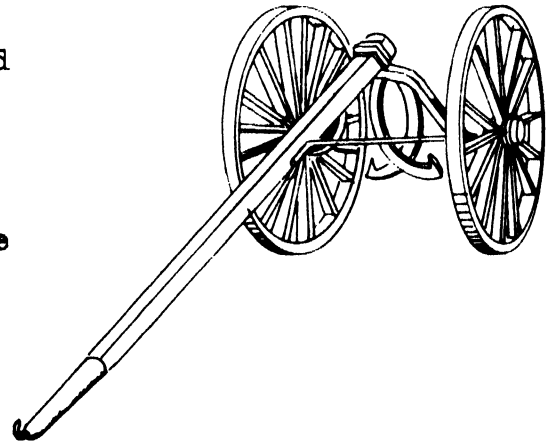


Fig. 132 - Triqueballe

On fait reculer les roues à cheval sur la grume au sol. Le timon est relevé et sa partie arrière descend sur la grume qui est attachée par les pinces ou les chaînes. Lorsque le timon est ramené à l'horizontale, on l'attache à la grume avec une chaîne.

Il existe une autre version du triqueballe que l'on appelle char à grumes à flèche coulissante, du fait que son timon de 9 à 10 m de long coulisse entre des guides placés sur l'essieu (Fig. 133). Juste au-dessus de l'essieu est fixé un rouleau muni d'un levier attaché au timon avec une chaîne. On place les roues au-dessus de la grume, un cliquet retenant le levier et la flèche est alors libérée. Quand les animaux reculent, le rouleau fait un quart de tour et le levier se met à la verticale. Quand les

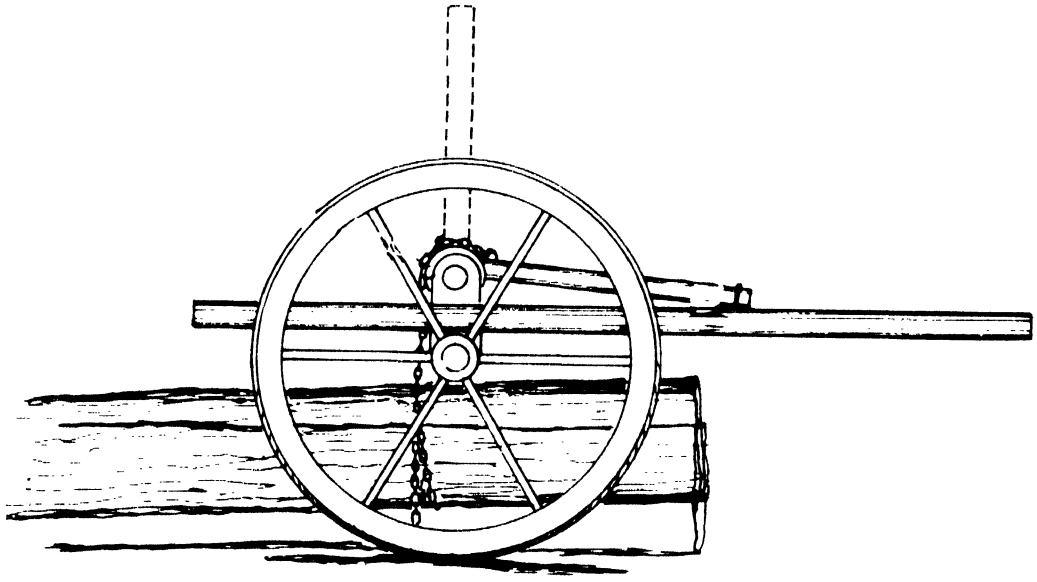


Fig. 133 - Char à grumes à flèche coulissante

animaux avancent, la flèche coulisse vers l'avant et le levier se remet à l'horizontale ce qui soulève la grume au-dessus du sol. Le levier est alors attaché solidement au timon et le triqueballe est prêt à rouler avec sa charge.

Des dispositifs semblables aux triqueballes ont été conçus pour être employés avec des tracteurs, soit à roue, soit à chenilles.

Débardage avec des boeufs

L'emploi des boeufs pour les opérations en forêt était répandu autrefois dans le monde entier. La faible productivité des boeufs (force de tirage) et la nécessité d'un programme spécial d'entraînement pour les bêtes ont conduit à leur remplacement par des machines dans presque toutes les parties du monde.

Dans certaines circonstances particulières, cependant, les boeufs ont leur utilité et peuvent être employés avec avantage.

Pour l'exploitation forestière à l'aide de boeufs, les jougs sont utilisés plutôt que les harnais. Ils sont de deux modèles: le joug de tête et le joug d'épaule. C'est surtout la tradition qui règle l'emploi de ces deux types. Peu d'études, sinon aucune, ont été faites sur l'efficacité comparée des deux. On prétend que le joug de tête est plus efficace pour le débardage et que les boeufs équipés d'un tel attelage produisent 200% plus que ceux équipés de l'autre modèle.

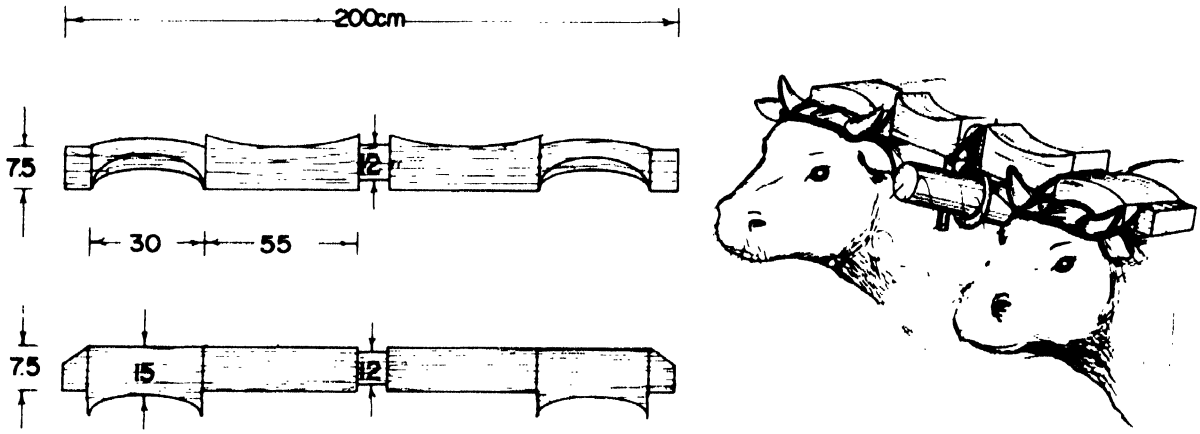


Fig. 134 - Jougs de tête pour boeufs

Le joug de tête consiste en une forte pièce de bois taillée de façon à s'adapter au-dessus du collier de l'animal et à pouvoir être attachée solidement aux cornes au moyen d'une lanière de cuir. Ce joug mesure de 1,80 à 2,60 m de long. Trois lanières de cuir servent à attacher le joug aux cornes et soit au timon du char, soit aux chaînes de tirage.

Le joug doit être aussi léger que possible tout en étant suffisamment fort pour résister à l'usure et supporter une charge de 500 kg appliquée en son centre. Le poids du joug complet est de 12 à 15 kg selon la densité du bois dont il est fait. Il faut veiller à ce que la partie reposant sur le collier n'écorche pas celui-ci.

Quand on attache le joug aux cornes de l'animal, il faut s'assurer que la lanière de cuir passe bien entre la corne et le bois pour éviter le frottement et l'usure de la surface de la corne. Le joug doit être attaché très serré pour limiter le mouvement de celui-ci sur le collier et éviter toute gêne à l'animal.

Les avantages du joug de tête sur le joug d'épaule seraient les suivants:

1. Le poids de l'animal est mieux utilisé comme source d'énergie. Le joug est solidement fixé aux cornes de l'animal alors que celui d'épaule remue librement sur celles-ci. La traction est plus régulière, sans perte de puissance pour absorber le mou, comme c'est le cas avec les mouvements du joug d'épaule.

2. Etant donné que les deux boeufs d'une paire sont solidement accouplés, ils travaillent mieux en équipe et coordonnent leurs mouvements faisant ainsi un usage maximum de leurs forces de traction.

3. Au cours du débardage de grumes, les animaux s'adaptent d'eux-mêmes au contrôle des mouvements du bois en élevant ou abaissant leurs têtes,ce qui a pour effet d'augmenter ou diminuer la traction nécessaire au déplacement des grumes.

4. Les boeufs peuvent être dressés à prendre des charges sous des angles très incommodes, en faisant face à celles-ci et à les retirer à reculons jusqu'à ce que libérées de tout obstacle elles puissent être débardées normalement vers l'avant.

Les boeufs doivent être dressés au débardage des grumes. Ce dressage commence généralement à l'âge de trois ans. Le premier pas est de les habituer à accepter le joug. Puis on les dresse à tirer un char. On dresse les jeunes en les accouplant à des boeufs déjà dressés, assez forts pour maîtriser le jeune. Cette période dure normalement trois mois. Elle est suivie par un dressage en forêt où un jeune animal est accouplé à un boeuf déjà formé, puis à un autre de son âge. La totalité du dressage est de six à douze mois, mais un animal n'est pas considéré comme entièrement dressé avant d'avoir atteint sa complète maturité vers l'âge de cinq ans, quand il est capable de déplacer de pleines charges. La vie moyenne d'un boeuf est de 10 à 12 ans.

Pour le débardage des grumes, le bout de celles-ci est attaché au joug par une chaîne de 1,25 cm de diamètre. Lorsqu'on veut atteler un char, on fixe après le joug un anneau de fer au moyen de lanières de cuir vert. Le timon du char est passé au

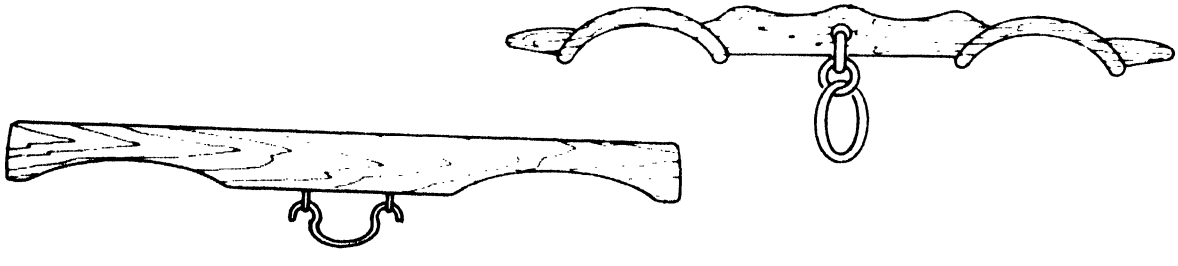


Fig. 135 - Variantes de jougs de tête

travers de l'anneau et on enfonce une broche dans un trou du timon maintenant ce dernier contre l'anneau (Fig. 135).

Les études ont montré que la distance maximum de débardage avec une paire de boeufs est de 50 m en terrain plat, 15 m en remontant une pente de 25 pour cent et 200 m en la descendant. En terrain plat, la charge atteint une moyenne de un demi-mètre cube; en montée, de un-cinquième et en descente d'un demi à trois-quarts de mètre cube.

Le joug de tête permet des charges supérieures car les boeufs marchant la tête haute soulèvent le devant de la grume. Les obstacles tels que les souches sont passés soit en soulevant la charge, soit en les contournant, ce qui n'est pas possible avec la traction droite des jougs d'épaule. Si la charge attachée à un joug de tête tend à glisser vers l'avant et à dépasser les boeufs, ceux-ci baissent automatiquement la tête et posent la charge sur le sol.

Lorsqu'ils sont bien dressés, les boeufs peuvent travailler avec succès dans les conditions les plus difficiles, là où les machines même ont des difficultés à opérer efficacement, si tant est qu'elles puissent travailler, par exemple au débardage de feuillus sur des pentes boueuses de plus de 33 pour cent.

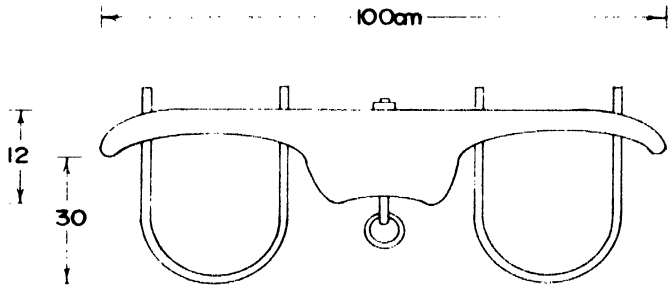


Fig. 136 - Joug d'épaule pour boeufs

Le joug d'épaule est plus compliqué à faire que le joug de tête. Il est fabriqué à partir d'une pièce de bois de 1 m x 10 cm x 12 cm grossièrement équarrie. La forme et les dimensions sont voisines de celles de la figure mais dépendent de la taille des boeufs. La charge à tirer est fixée par une chaîne à un anneau fixé au centre du joug, aussi bien dans le cas d'une charge à tirer que pour un char. Le poids de la charge maintient solidement le joug contre les épaules des boeufs.

Débardage au câble

Un simple système de câble de débardage tel que celui du câble pendule était utilisé dans le passé. Il peut généralement fonctionner sans moteur. Ce système ainsi que d'autres - tous simples mais efficaces - sont décrits et illustrés dans le livre du Prof. Samset sur les "Treuils et les systèmes de câbles en Norvège", paru en 1981. Les Figures 137 à 139 montrent des méthodes simples d'alimentation des câbles en grumes et de freinage pour le câble pendule. Ces procédés sont reproduits ici étant donné leur utilité possible dans d'autres situations.

Chargement

Les grumes sont roulées depuis les traverses de stockage sur les chaînes de chargement (Fig. 137 a). Après avoir fixé la chaîne au chariot et relâché les chaînes de chargement, la descente peut commencer (Fig. 137 b).

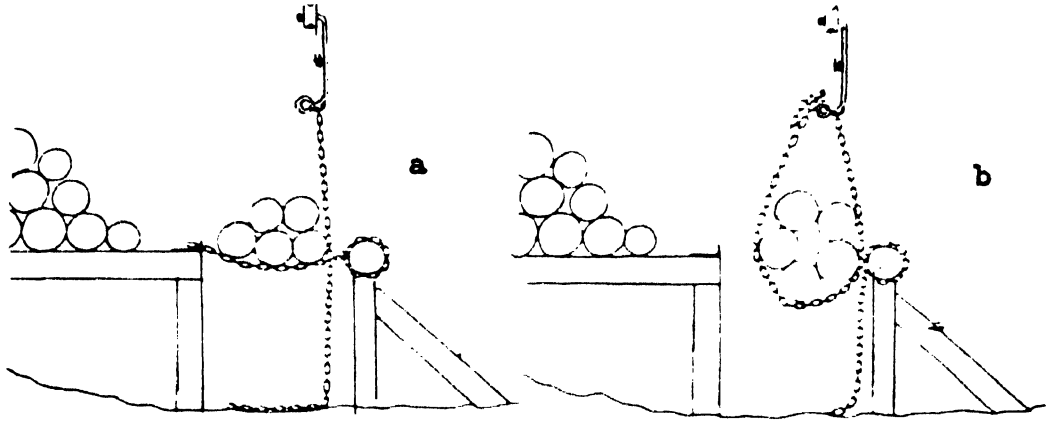


Fig. 137 - a) Chaînes de chargement au lieu de stockage
b) Chaîne fixée au chariot et chaînes de chargement détachées

Pour ce type d'alimentation on peut fabriquer un système de relâchement très simple (Fig. 138).

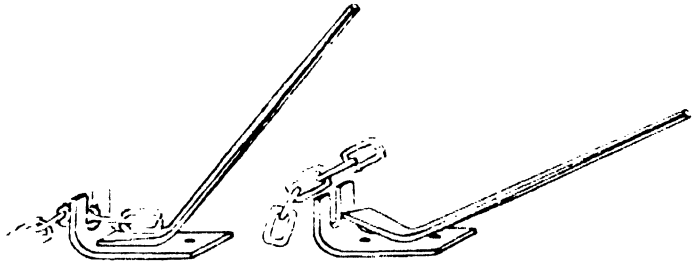


Fig. 138 - Système de relâchement de la chaîne de chargement

Freinage

Les câbles pendules qui fonctionnent par gravité demandent un système de freinage approprié. Un frein en bois très simple est illustré ci-dessous.

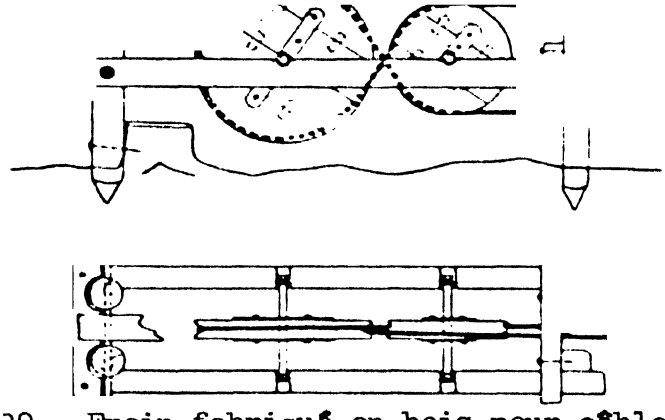


Fig. 139 - Frein fabriqué en bois pour câbles pendules

EMPILAGE ET CHARGEMENT

Les grumes sont généralement empilées en forêt, le long des routes, ou sur des chantiers de stockage en attendant leur transport ultérieur. Elles sont souvent roulées pour les empiler à la main. On utilise généralement deux pièces de bois rond de 15 cm de diamètre et de 4 m de long. Une des extrémités est placée sur la pile, l'autre reposant sur le sol. On roule les grumes sur ces poteaux inclinés jusqu'au sommet de la pile. C'est un autre exemple du plan incliné et l'énergie nécessaire dépend de l'inclinaison des poteaux.

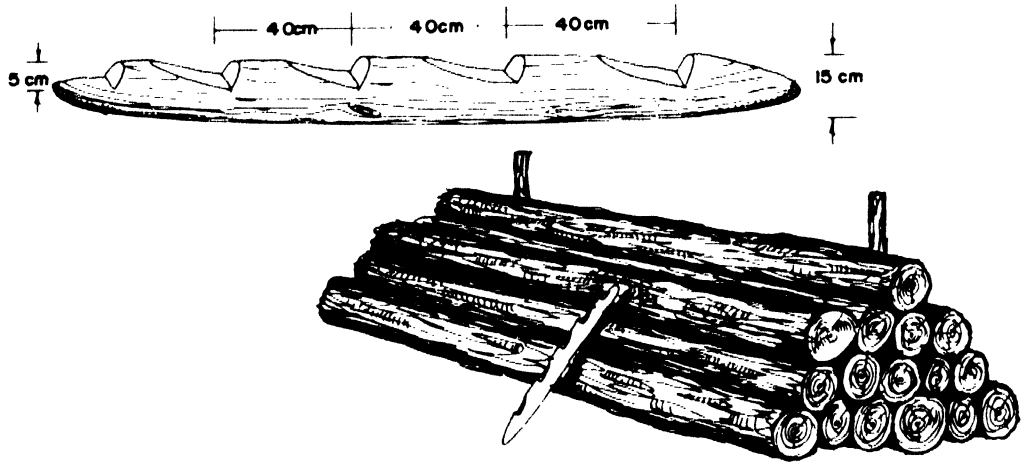


Fig. 140 - Monte-billes à empiler

Monte-billes à empiler

Une version de cette méthode de manutention des grumes est appelée le monte-billes à empiler (Fig. 140). Il consiste en une pièce de bois relativement légère de 15 à 17 cm de diamètre, avec de longues entailles ou marches éloignées de 40 cm l'une de l'autre. Le monte-billes appelé aussi "bonhomme" est placé en position inclinée è environ un tiers de la longueur des grumes. Lorsque les grumes sont très grandes on a intérêt à utiliser deux monte-billes. Les marches permettent de se reposer et de maintenir la grume dans une des entailles avec le minimum d'effort. Un vieux fer à cheval, ou tout morceau de fer taillé en fourche, fixé sur le monte-billes,l'empêchera de glisser de côté ou en arrière lorsque la grume atteint le sommet et roule sur la pile. En plaçant le monte-billes à un tiers de l'extrémité de la pile, il peut soulever un des bouts de la grume à empiler et le poser sur une des encoches; il peut alors basculer la grume sur cet appui et poser l'autre extrémité sur la pile et, marche par marche, monter le reste de la grume avec le minimum d'effort.

Chargement des grumes

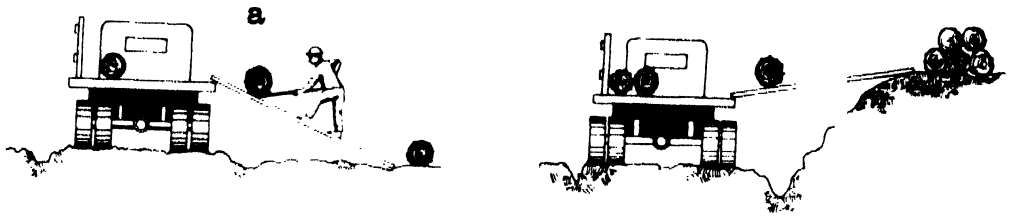


Fig. 141 - Chargement de grumes sur un camion
a) Depuis le sol. b) Depuis un remblai plus haut que la plate-forme

Le chargement de grumes sur camion ou sur wagon peut être une opération très facile ou demander beaucoup d'énergie. Toutes les fois que cela est possible, les piles de grumes doivent être placées au-dessus du niveau du véhicule à charger de manière à pouvoir les rouler avec l'aide de la gravité sur la plate-forme du véhicule (Fig. 141 b).

Cette situation ne se présente généralement qu'en région montagneuse lorsque les routes sont établies à flanc de coteau. Une situation beaucoup plus courante est celle où l'on doit rouler les grumes sur des longrines depuis le sol jusqu'à la plate-forme du véhicule. L'effort nécessaire varie beaucoup selon la longueur des longrines et leur forme. Plus ces longrines sont longues, moins la pente est forte et l'énergie nécessaire est moindre. Certaines longrines spéciales sont munies de crochets pour éviter qu'elles se déplacent (Fig. 142).

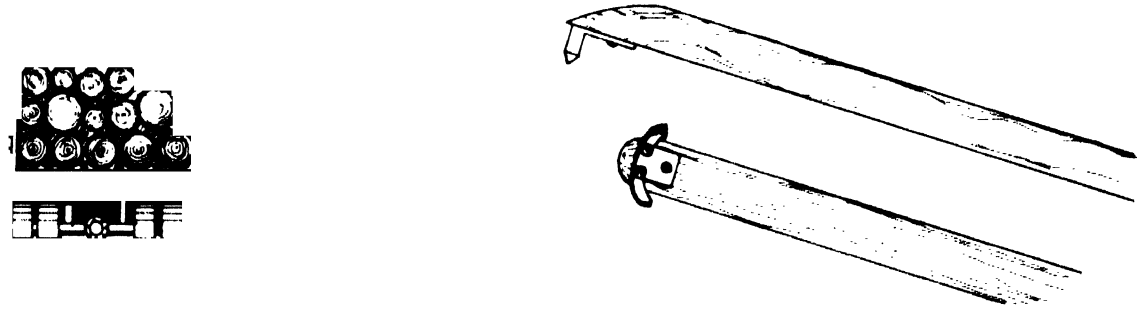


Fig. 142 - Longrines munies d'accessoires
pour éviter leur déplacement

Les grumes sont parfois roulées sur les longrines au moyen de tourne-billes qui augmentent la force humaine par l'utilisation d'un levier. De même les grumes peuvent être tirées au moyen d'un ou deux câbles. Il existe beaucoup de variantes de cette méthode,

le cable pouvant être tiré directement ou passé sur une ou plusieurs poulies pour changer de direction ou pour obtenir un avantage mécanique (Fig. 143). Les treuils et les bigues procurent une aide mécanique importante par raporrt à l'effort humain directement appliqué (Fig. 144).

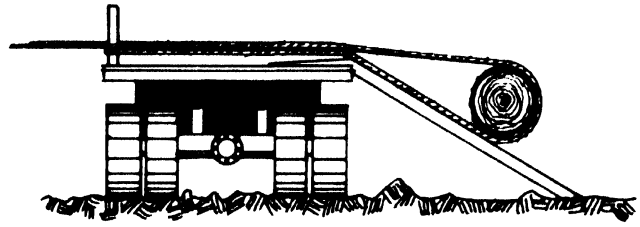


Fig. 143 - Chargement d'un camion au moyen d'un câble (Chargement latéral)

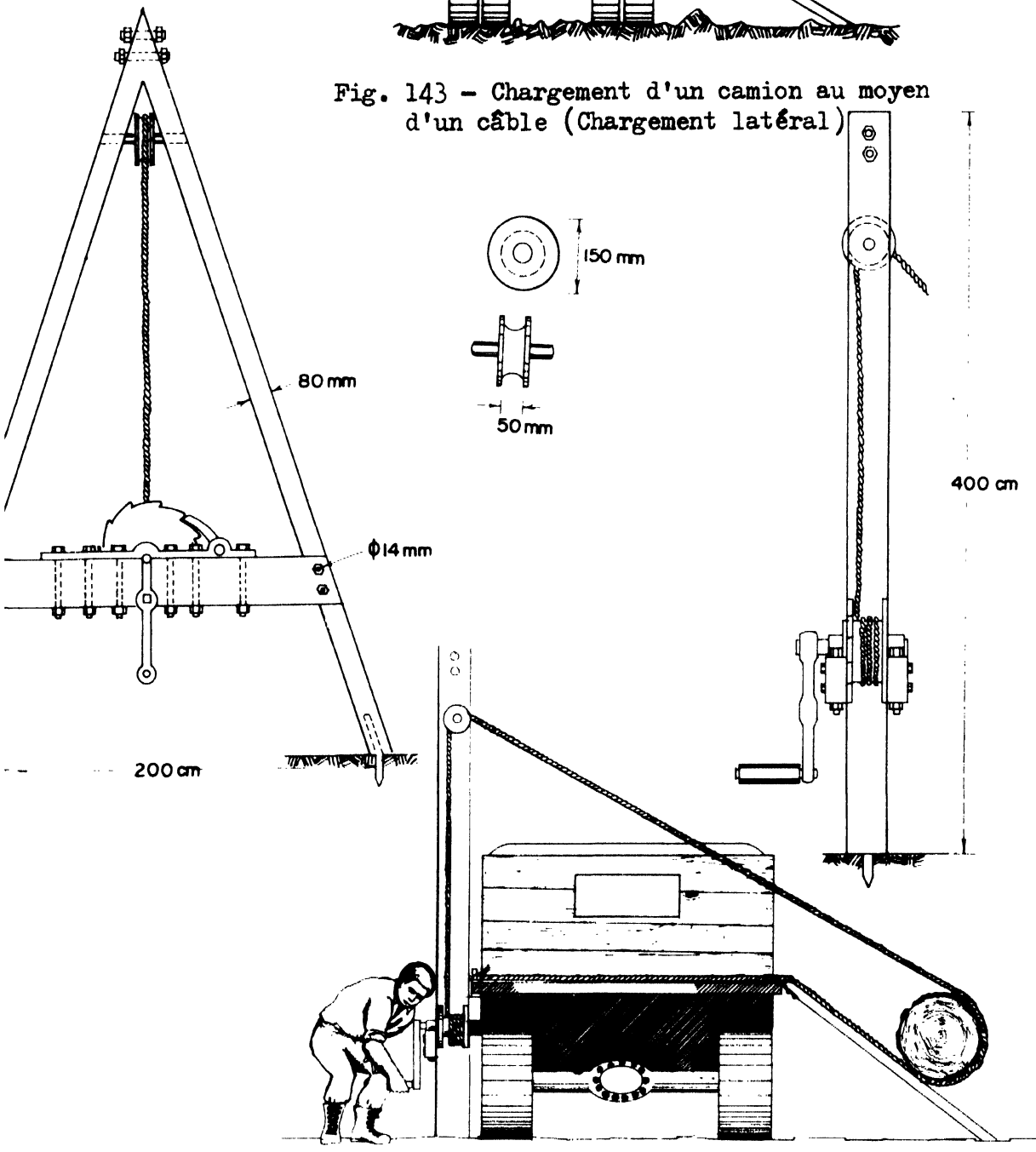


Fig. 144 - Bigue de chargement et treuil à main pour le chargement de grumes sur un camion

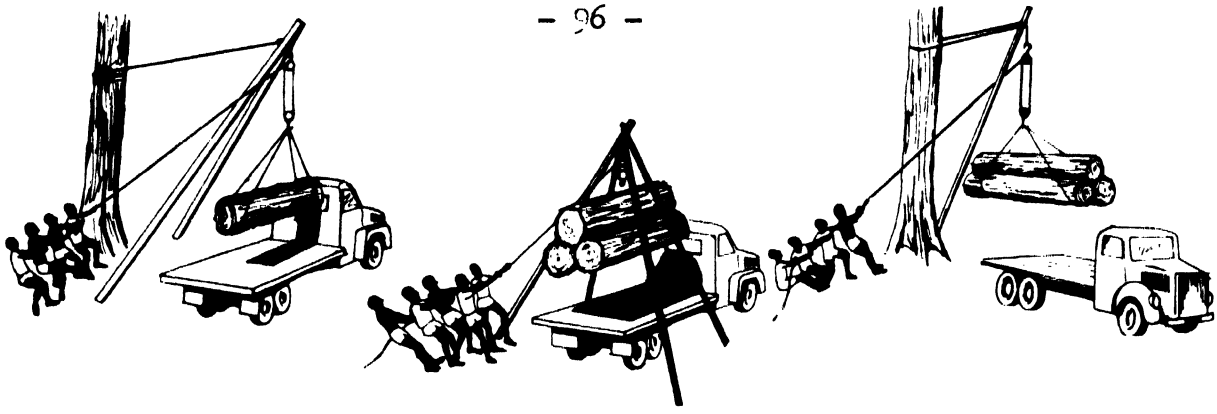


Fig. 145 - Chargement de grumes sur camion
au moyen de câble et poulies

Les grumes peuvent être chargées sur camions, remorques ou wagons au moyen de systèmes de poulies comme le montre la Fig. 145. Les poulies peuvent être accrochées à un seul poteau, à une bigue ou à une chèvre. Chaque installation est adaptée aux circonstances et dépend de la dimension des grumes, de leur diamètre et de leur longueur, de leur poids et du véhicule à charger.

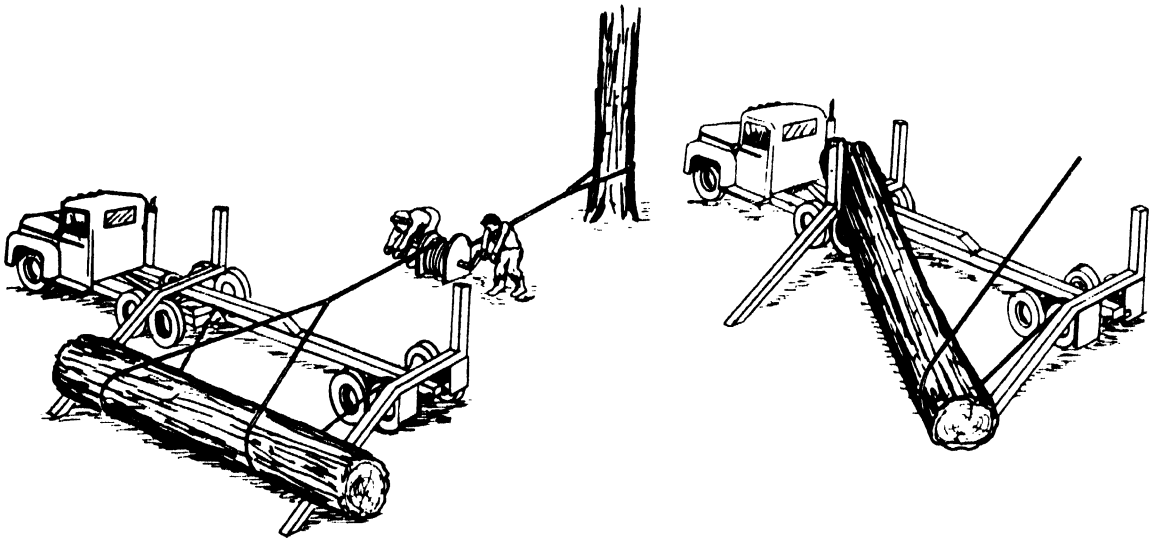


Fig. 146 - Chargement de grumes sur camion
au moyen d'un treuil à main

On peut utiliser un treuil à main pour rouler les grumes sur un camion (Fig. 146 et 147). Dans certains cas, on ne monte qu'une extrémité de la grume à la fois alors que dans d'autres on utilise un double câble pour mieux contrôler le déplacement de la grume.

Chargement d'un camion au moyen d'un câble et d'une poulie simple (Fig. 148)

La résistance et la longueur requises du câble dépendent de la dimension de la grume à charger, la position de la grume et celle de la branche à laquelle la poulie sera attachée.

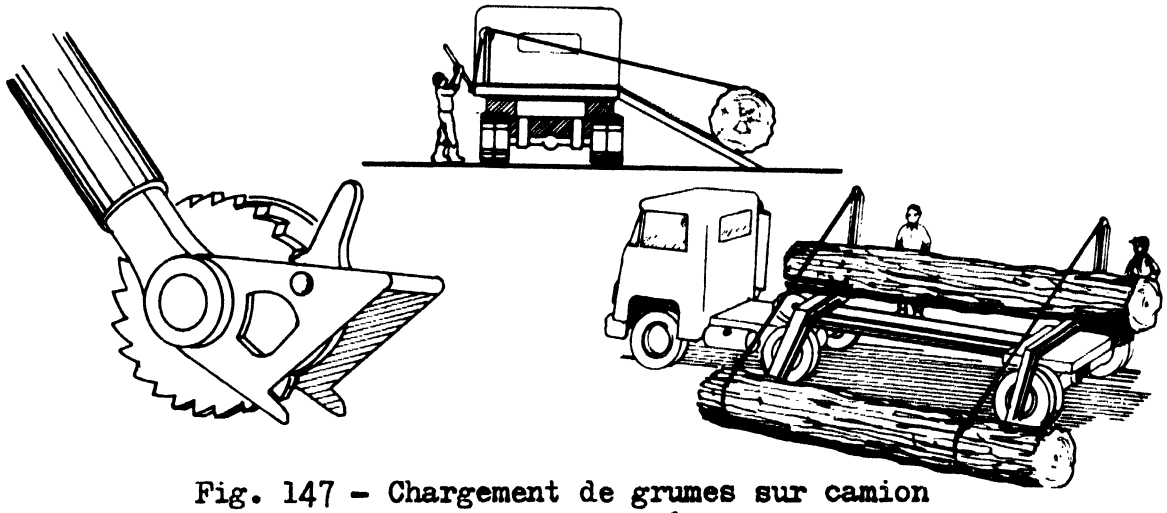


Fig. 147 - Chargement de grumes sur camion au moyen d'un treuil à rochet

Un morceau de câble (A) est solidement fixé au câble principal (B).

Une extrémité du câble B est attachée à la grume et l'autre au camion.

Le camion avance soulevant la grume à la hauteur nécessaire et le câble A est enroulé autour du tronc d'un arbre adjacent en faisant assez de tours pour maintenir la grume suspendue.

Le câble B est détaché du camion qui peut alors se mettre en position sous la grume.

Le câble A est alors relâché lentement pour laisser descendre la grume.

On peut également par cette méthode charger une semi-remorque sur le camion pour faciliter le retour à vide, réduire la consommation de carburant et l'usure des pneus.

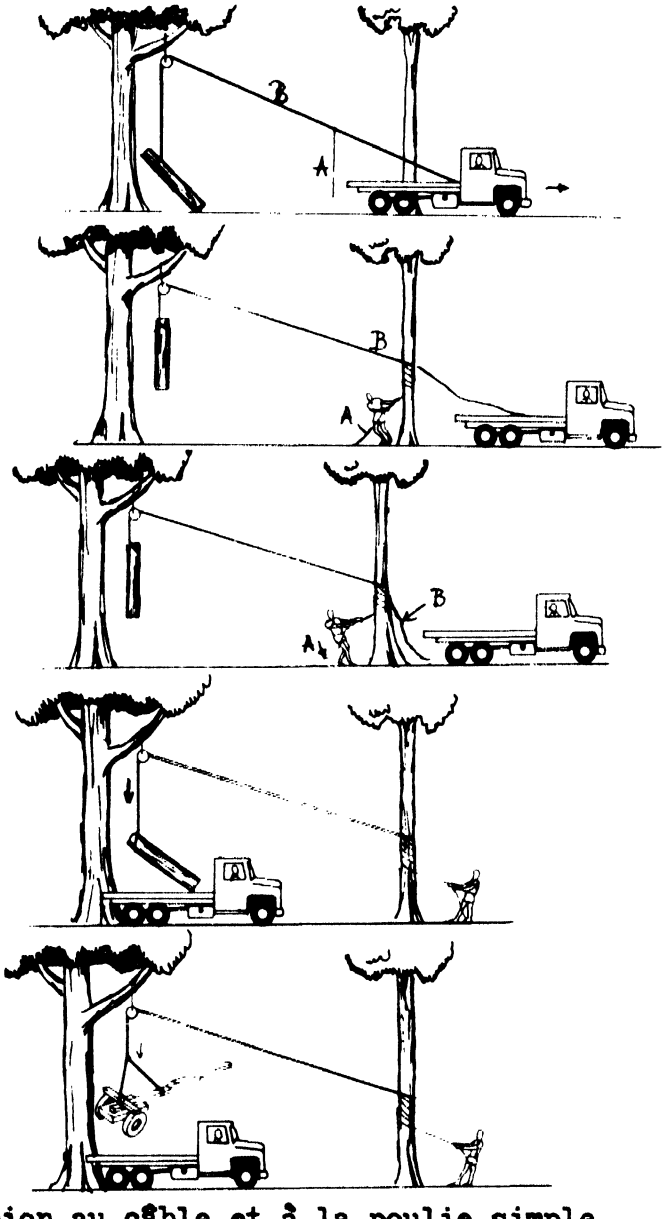


Fig. 148 - Chargement d'un camion au câble et à la poulie simple

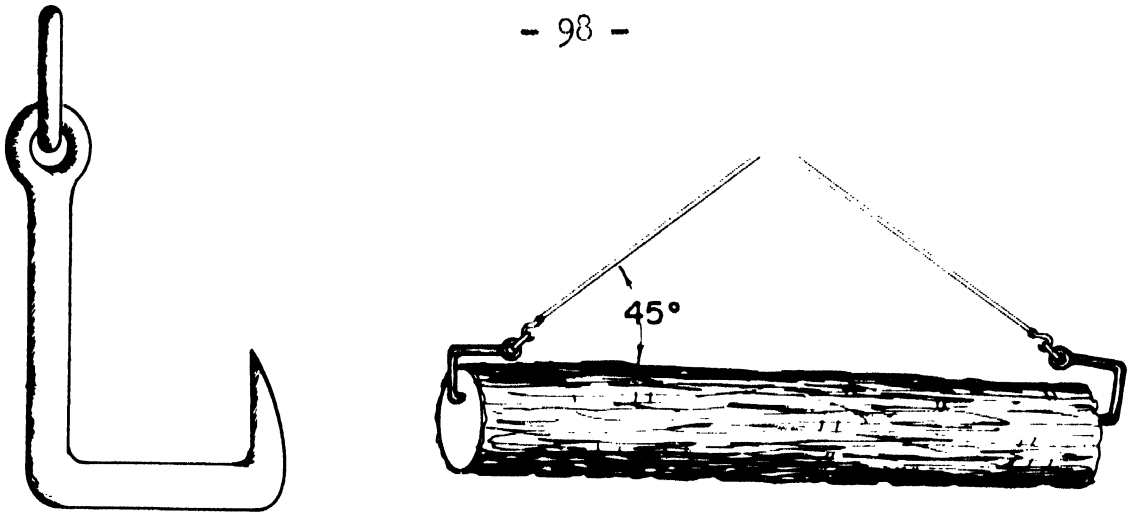


Fig. 149 - Crochet en L utilisé parfois pour le chargement

On emploie parfois des crochets en L pour lever les grumes par les deux bouts avec un seul point de levage (Fig. 149).

La grue à jambes de force mobiles (Fig. 150). Ce moyen de chargement est ainsi appelé en raison des deux jambes mobiles fixées au sommet de la flèche. Ces jambes soutiennent la flèche sous charge et supportent la plus grande part de l'effort et permettent le chargement de grumes très lourdes au moyen d'une flèche relativement légère. Lorsque la flèche est basculée de sa position de travail vers l'avant du camion, les deux jambes pendent au-dessus du sol et la grue peut être déplacée vers le point d'opération suivant.

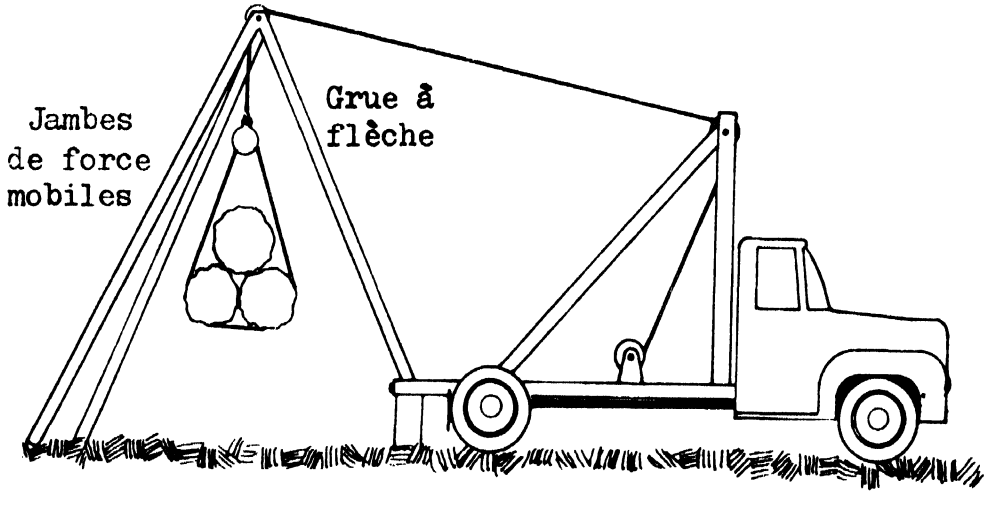


Fig. 150 - Grue à jambes de force mobiles

La grue à flèche montée sur un vieux camion peut être employée pour soulever les grumes, les charger ou les décharger; elle permet de récupérer des véhicules hors d'usage et de lever n'importe quelle charge lourde près d'un garage ou d'un magasin.

Une flèche soutenue à la hauteur désirée par une cheville passée dans un support en A peut être levée ou abaissée par un treuil à câble (Fig. 151). Le câble passe sur une poulie au sommet du support en A puis sur un moufle et sur une poulie simple.

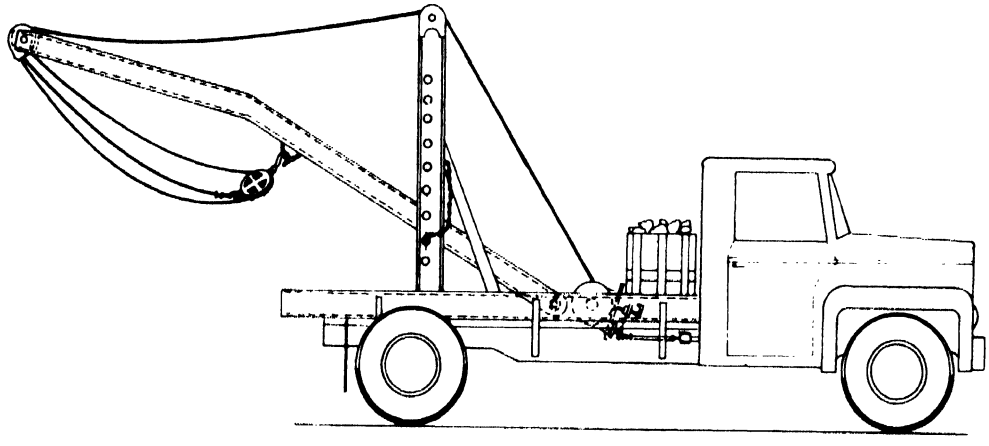


Fig. 151 - Grue à flèche montée sur un vieux camion

Utilisation des pinces à grumes pour ancrer les chargeurs ou les débardeurs

Les arbres sont souvent endommagés par l'ancrage des débardeurs ou des chargeurs après eux, l'usage courant étant d'enrouler une chaîne autour de l'arbre à environ 1 mètre de hauteur. Au cours du tirage ou du chargement les mouvements de la chaîne endommagent l'écorce de l'arbre et vont jusqu'à anneler celui-ci. Il est souvent préférable d'utiliser un câble et de placer des morceaux de bois autour de l'arbre, ce qui le protège. Une autre méthode d'ancrage des machines, s'il subsiste une souche, est d'utiliser une pince à grumes comme le montre la Fig. 152. Sa mise en place est beaucoup plus rapide. L'avant de la machine est maintenu plus fortement vers le sol et l'ancrage après des souches basses est possible.

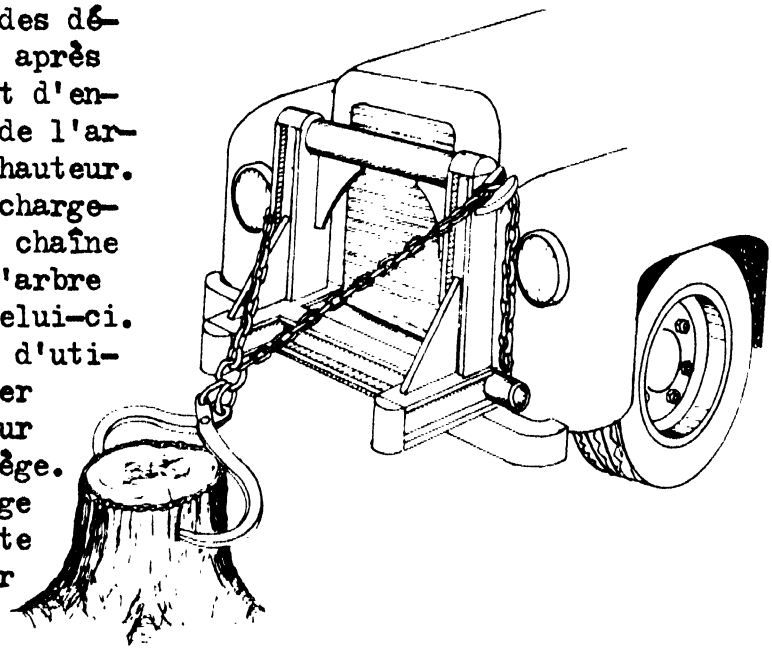


Fig. 152 - Emploi de la pince à grumes pour ancrer les machines

TRANSPORT

Transport sur terre

Routes temporaires - routes en bois

Lorsque l'exploitation est temporaire et qu'on ne construit pas de routes permanentes pour une raison ou une autre, on installe souvent des routes temporaires pour l'accès des camions. Sur terrain mou, on peut construire des routes permettant l'accès des camions pour un coût minimum. Souvent les routes temporaires peuvent être récupérées et réutilisées ailleurs.

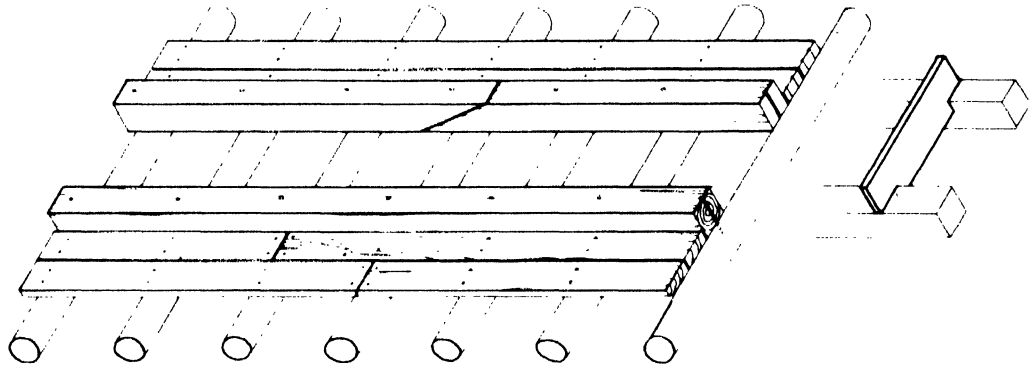


Fig. 153 - Chemin de roulement en madriers sur plate-forme de rondins

Si les routes ne sont pas récupérées, on peut placer des madriers sur des traverses et les y fixer avec des clous. Généralement on coupe les souches au ras du sol sans les arracher. Ce procédé maintient le matelas de racines et constitue une bonne assise pour la route. Les chemins de roulement en madriers sont placés sur des traverses et fixés par des clous (Fig. 153). Mais cela n'est pas un moyen bon marché de remplacement des routes permanentes car le prix des madriers peut être très élevé. Ces madriers ne sont pas nécessaires si on peut mettre des rails à la place. Ces rails peuvent être soit des perches comme nous l'avons vu lors des voies de poteaux, soit des équarris sur lesquels les camions peuvent rouler. On place parfois à l'intérieur de la voie des rondins ou des équarris servant de bordure qui sont également cloués sur les traverses. Ces bordures, placées bout à bout ou se recouvrant, sont nivelées et reliant les voies entre elles contribuent à les renforcer. Les routes temporaires peuvent être construites selon des normes différentes suivant la charge à supporter et les bois utilisés peuvent varier en dimensions selon

les besoins. L'écartement exact des rails doit être maintenu si on veut que les véhicules circulent dessus en toute sécurité. On doit utiliser constamment un gabarit lors de la construction. C'est le même principe que celui utilisé pour la pose d'une voie de poteaux ou d'une voie de chemin de fer.

Afin d'opérer en toute sécurité sur ces routes, les garde-boue du camion employé doivent être démontés. A l'intérieur de chacune des roues on fixe un boudin au moyen de boulons. Ce boudin est constitué par un anneau de fer rond de 2,5 cm et de 80 cm de diamètre environ; il est soudé sur six morceaux de fer plat de 7,5 x 1 cm, épousant la forme de la roue, et soudés eux-mêmes sur un anneau de fer rond de 2,5 cm et de 22,5 cm de diamètre. Le grand anneau est à environ 2 cm de la face intérieure de la voie et à 3 cm en dessous de sa surface. Ce boudin agit exactement comme le boudin des roues de chemin de fer qui empêche la roue de sortir des rails sur lesquels elle roule (Fig. 154).

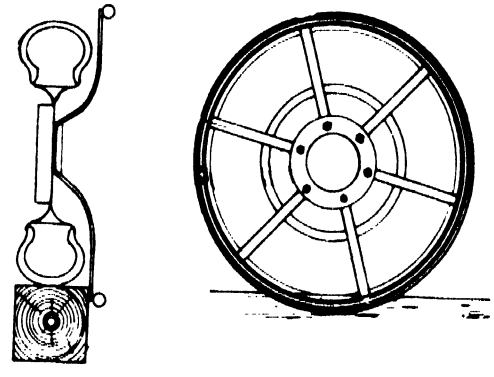


Fig. 154 - Roue de camion modifiée pour rouler sur une voie de madriers

Les camions ou les voitures roulant sur ces voies de madriers doivent être munis d'une solide traverse fixée à l'avant du véhicule, sous le pare-chocs, à environ 13 cm au-dessus des rails. Si pour une raison ou pour une autre le véhicule sort des rails, cette traverse facilitera la remise sur rail et évitera au véhicule de s'enfoncer dans le terrain mou.

Afin de tourner le véhicule, lorsqu'on ne peut rouler sur les boudins, il faut placer une plaque tournante à chaque extrémité de la voie ou aux emplacements nécessaires. Ces plaques tournantes sont faites d'une section de voie en équilibre sur un axe central autour duquel on peut la faire tourner.

Plaques de débardage (Fig. 155)

Des chemins de roulement pour le débardage peuvent être faits de pièces de bois dur de 2,5 cm d'épaisseur. Ils ont normalement 5 m de long et 75 cm de large mais ils peuvent avoir n'importe quelles dimensions selon les conditions locales.

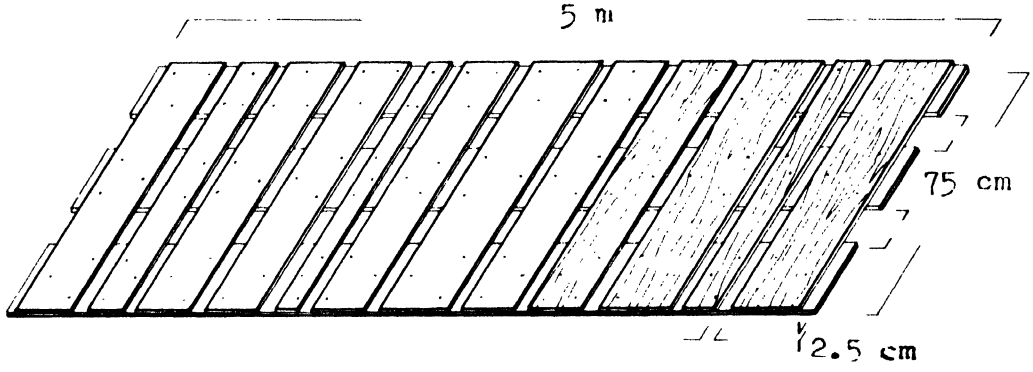


Fig. 155 - Plaques de débardage

Des chemins de roulement faits de courtes sections de madriers maintenus ensemble au moyen de bandes d'acier ont été également fabriqués (Fig. 156). Ces bandes d'acier sont recourbées en boucle à leurs extrémités de façon à pouvoir y passer des morceaux de tubes qui maintiennent les sections ensemble à la manière d'une charnière. Lorsque les tubes sont en place, on les fixe au sol avec des chevilles métalliques passant par des trous percés dans ces tubes. Ces chevilles évitent le glissement des tubes et empêchent le chemin de roulement de glisser latéralement ou dans le sens de la longueur.

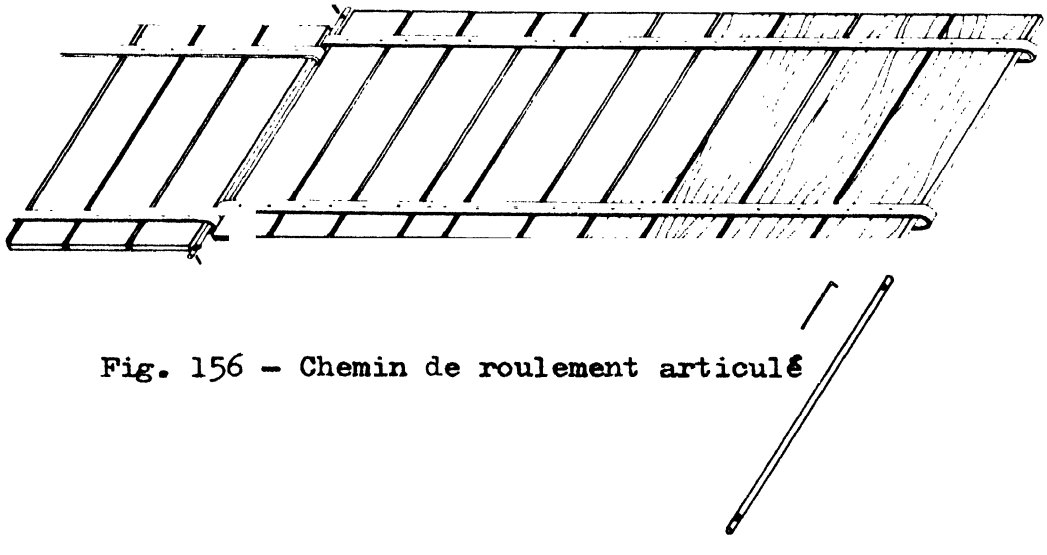


Fig. 156 - Chemin de roulement articulé

Chemins de rondins

Les chemins de rondins ou chemins bâchonnés sont faits de poteaux ou de rondins, en général d'espèces non commerciales, placés en travers par rapport à la direction du déplacement, de façon jointive pour former un chemin solide mais irrégulier. Ce type de route est employé sur des terrains bas, mous et humides. On les emploie également pour recouvrir des sections de routes dont le sol est très irrégulier. Les rondins peuvent être simplement posés ou recouverts de terre ce qui facilite le roulement. Si ces routes doivent supporter un trafic intense on peut entrelacer les rondins avec des vieux câbles, les fixer au sol avec des chevilles ou les relier par des longrines.

Roues en bois

Parfois des roues sont faites simplement en découpant un disque dans une grume de diamètre convenable. Toutefois ces disques se fendent en séchant et deviennent fragiles. La plupart des roues sont faites à partir de madriers, parfois en plusieurs épaisseurs assemblées à fil croisé pour éviter les déformations dues au séchage résultant en fentes et torsions. C'est le principe de fabrication des contreplaqués.

Un modèle de roue utilisé au Honduras semble très pratique. La roue est faite de trois morceaux de madrier de 7,5 cm d'épaisseur. Ces morceaux sont placés à côté l'un de l'autre et on trace la circonférence. On découpe alors les morceaux et le passage de l'axe que l'on renforce avec des pièces de bois supplémentaires,

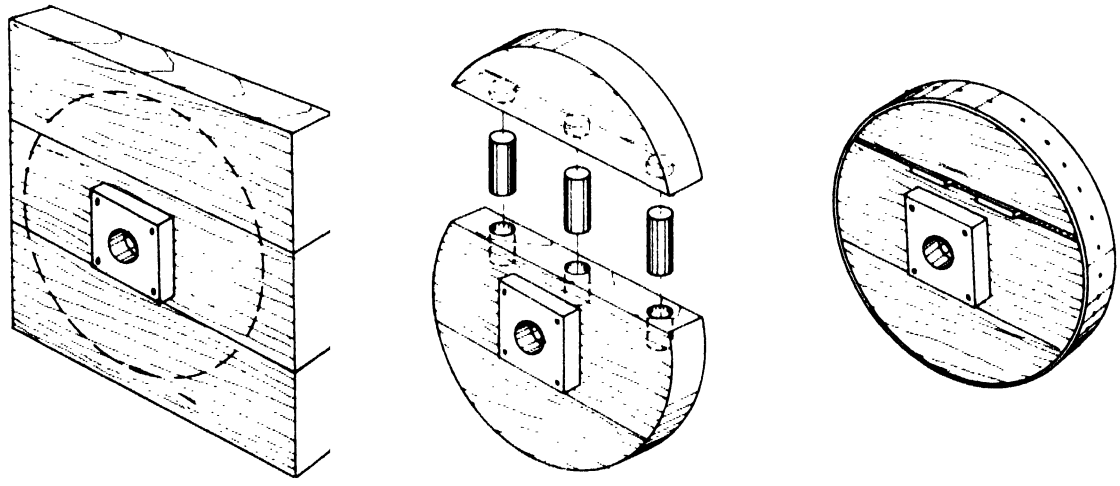


Fig. 157 - Roue en bois avec jante métallique ou en caoutchouc

selon le modèle de la Figure 157. On assemble les morceaux solidement et on entoure le tout d'une jante métallique que l'on fixe avec des pointes. On peut remplacer la jante métallique par une semelle découpée dans un vieux pneu.

La partie centrale de la roue est alors retirée et on lui enlève environ un centimètre de sa largeur. On perce des trous sur les faces des morceaux qui se touchent et on y insère de fortes chevilles de bois dur. On remet le tout en place dans la jante et on enfonce des coins entre les segments de façon à serrer la partie extérieure sur la jante. Normalement on chauffe la jante de fer à la forge, on l'ajuste sur la roue en bois puis on la refroidit avec de l'eau; la jante alors se contracte et serre fortement la roue. La méthode proposée est destinée aux roues de bois plein et n'a pas besoin de forge.

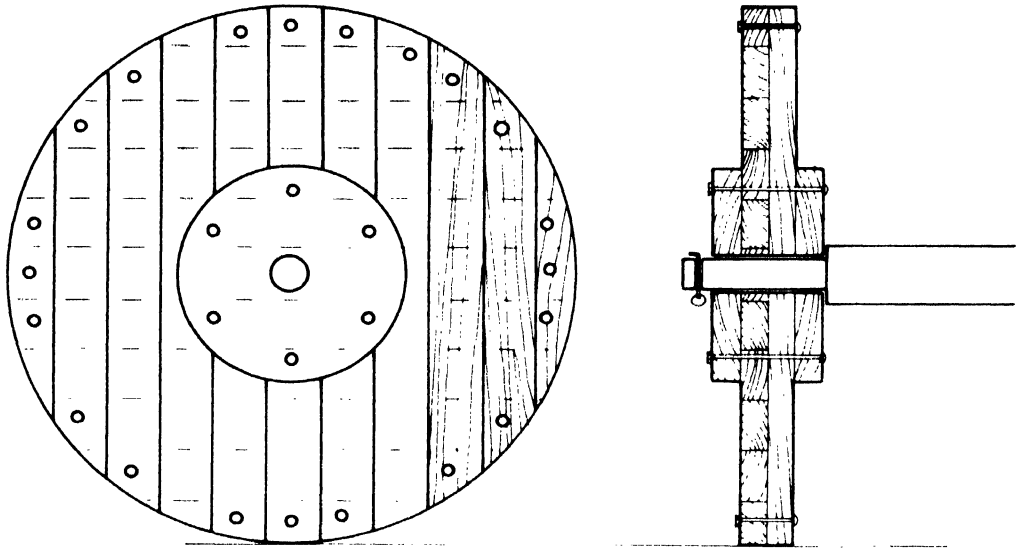


Fig. 158 - Roue en bois avec moyeu renforcé

Un autre modèle de roue peut se fabriquer avec des madriers de 10 x 15 cm placés à 90° les uns par rapport aux autres. Ces madriers de bois dur sont alors assemblés avec des boulons et une jante d'acier ou de caoutchouc de vieux pneu peut être fixée sur la circonférence. D'autres cercles, mais de diamètres plus petits, 250 mm par exemple pour une roue de 650 mm de diamètre, sont fixés de chaque côté de la roue pour renforcer le passage de l'axe.

Tendeur de chargement

Lorsque les camions sont chargés avec des grumes, celles-ci doivent être solidement maintenues en place par des chaînes ou des câbles pour les empêcher de glisser ou de rouler hors du véhicule.

Un tendeur de chargement est un appareil à levier qui est utilisé pour tendre fortement une chaîne ou un fil de fer autour d'un chargement de grumes. Cela évite, lorsque le chargement comprend une ou plusieurs grumes, que celles-ci roulent hors du véhicule.

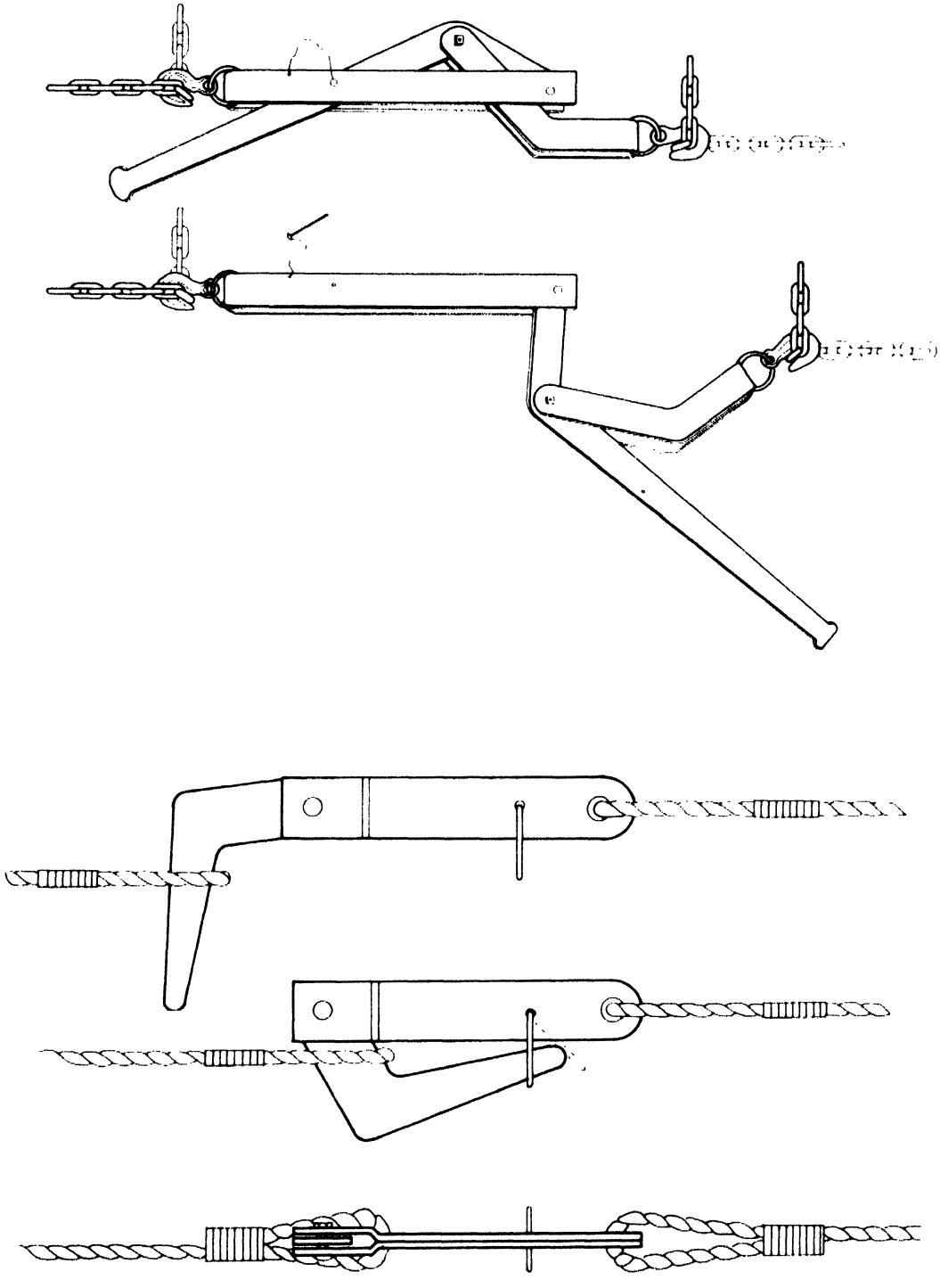


Fig. 159 - Tendeur utilisé avec chaînes et câbles

Le tendeur figuré est fait de trois pièces de métal d'environ 125 mm x 250 mm. Le manche du levier peut avoir jusqu'à 3,5 cm de large. Mais ce tendeur peut se faire en toutes dimensions et un rapport de levier de 1:2 est suffisant. Les crochets fixés sur chacune des pièces en U sont prévus pour entrer entre les maillons et tenir la chaîne solidement.

La chaîne est passée autour de la charge à la main et est tendue autant que possible. Les crochets sont accrochés aux maillons et on bascule le levier pour tendre la chaîne. Si le chargement est trop mou, on décroche un des crochets en relâchant le levier puis on raccroche alors le crochet quelques maillons plus loin et on retend le tout. D'après sa forme, le levier doit rester en place; toutefois, il est préférable de fixer le levier entre les branches du fer en U au moyen d'une goupille. Lors de l'assemblage de ces tendeurs il convient de mettre des rondelles ou des cales pour assurer le libre mouvement. Pour les câbles ou les cordes on peut utiliser le même principe.

Beaucoup d'autres appareils à tendre du même genre sont utilisés dans différentes parties du globe. En Asie, il existe un tendeur à vis très commode pour cet usage.

Méthode simple de levage d'un camion pour changer une roue avant (Fig. 160)

On prend un billon de 25 cm de diamètre qui est placé en travers de la route, juste devant le pare-chocs du camion. Un rondin de 20 cm de diamètre est placé sur le rondin précédent, en travers, et poussé sous le camion jusqu'à ce que son extrémité soit sous l'essieu. On roule alors le rondin du dessous jusqu'à ce que celui du dessus touche le pare-chocs. On fait avancer le camion ce qui fait rouler le rondin du dessous. Cela oblige le rondin du dessus à basculer en soulevant l'essieu et l'avant du camion ainsi que les roues.

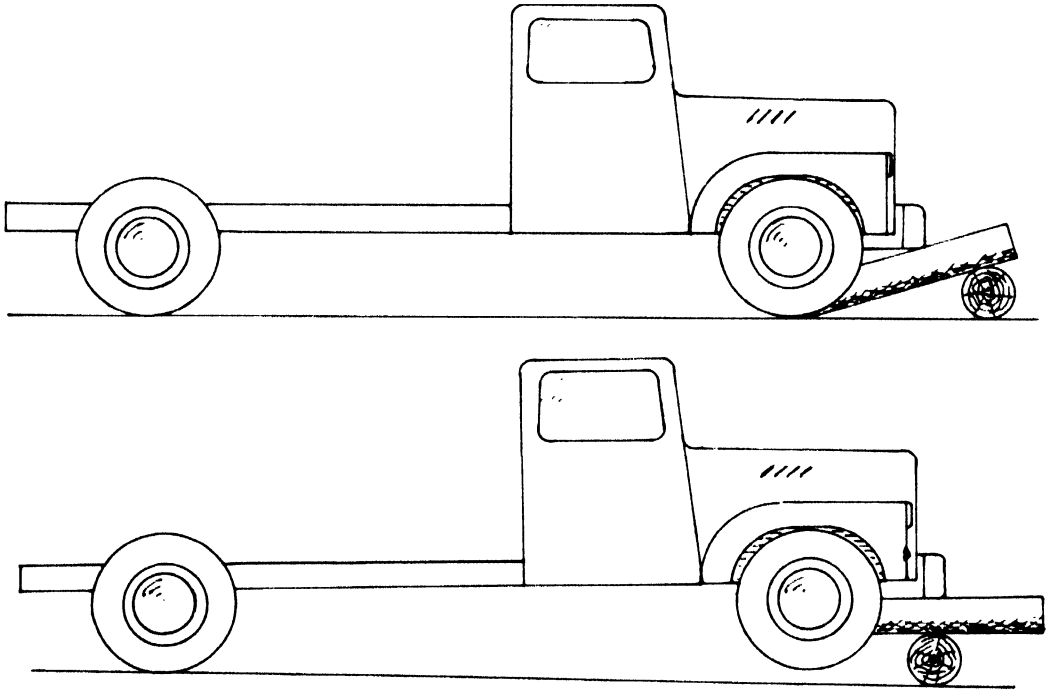


Fig. 160 - Méthode simple de levage d'un camion pour changer une roue avant

Procédé de démarrage de charges lourdes (Fig. 161)

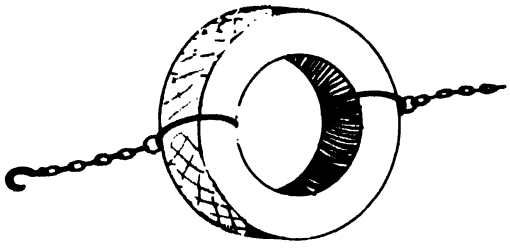


Fig. 161 - Pneu pour réduire les à-coups au démarrage

Un procédé de démarrage de charges lourdes, comme par exemple un camion embourbé ou ayant quitté la route pour tomber dans le fossé, consiste à intercaler un vieux pneu de voiture au milieu de la chaîne employée pour tirer. Cela réduit les à-coups et permet à la traction de s'exercer dans la bonne voie et d'éviter le patinage et les dommages possibles au véhicule tiré.

Transport par eau

Moyens d'assemblabe des grumes flottantes en radeaux utilisant les matériaux locaux (Fig. 162)

Pour former un radeau de grumes, celles-ci doivent être placées dans l'eau parallèlement l'une à côté de l'autre. On place des perches en travers des grumes que l'on fixe à chacune d'elles à tour de rôle pour les maintenir ensemble. Un moyen de fixer ces perches consiste à percer deux trous sur le dessus de chacune des grumes, d'environ 7,5 cm de diamètre et 15 cm de profondeur. On prend un morceau de tige d'arbre jeune ou une lanière d'écorce d'environ 2 cm de diamètre et 50 cm de long, que l'on pose à cheval sur la perche en rentrant les extrémités dans les deux trous. On taille des coins de 5,5 x 5,5 cm et de 25 cm de long, biseautés à un bout, que l'on enfonce dans les trous et qui coincent solidement le lien. De cette façon les perches sont solidement fixées et le radeau peut être construit de la dimension que l'on veut en employant le nombre de perches et d'attaches qu'il faut.

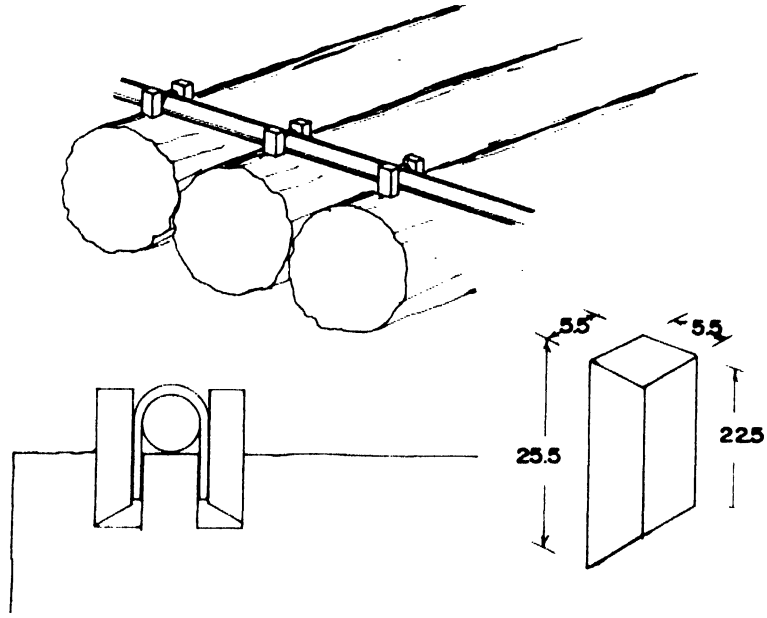


Fig. 162 - Assemblage de grumes flottantes en radeau

Un autre moyen simple d'assemblage des grumes en radeaux en utilisant soit des cordes, soit du rotin ou des câbles, est de fabriquer des coins de bois dur de 2,5 cm d'épaisseur, 6,5 cm de large et 12,5 de long (Fig. 163). Le coin est taillé très aigu et au centre du tranchant on pratique une entaille. On fait une entaille à la hache sur le dessus de la grume et on enfonce le coin dans cette entaille à cheval sur le cordage qui a environ 1,5 cm de diamètre. Le coin fixe solidement ce cordage à la grume.

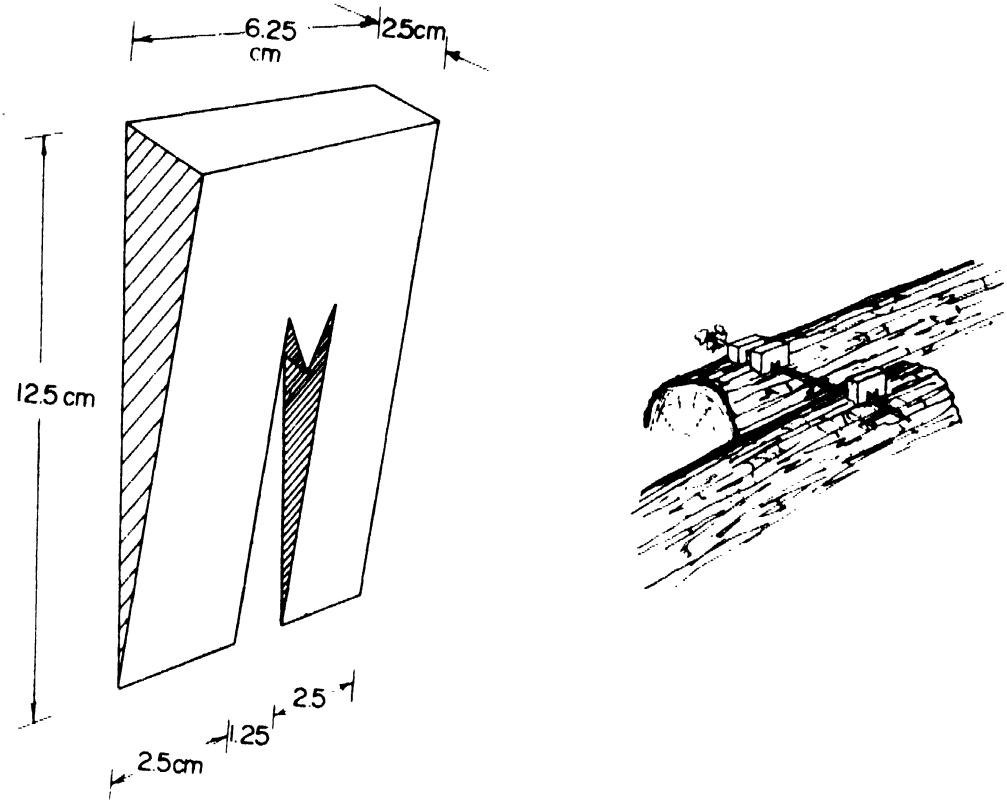


Fig. 163 - Moyen d'assemblage de grumes en radeau avec des coins et un cordage

Un autre moyen simple consiste à lier les grumes avec du rotin ou du fil de fer ou d'employer un système un peu plus compliqué en les attachant à des pontons devant et sur les côtés.

Gaffe

Une gaffe est un outil muni d'un long manche employé pour diriger, pousser ou tirer les grumes flottantes. Elle possède une pointe métallique légèrement inclinée par rapport au manche et qui sert à pousser, et un crochet recourbé formant un angle aigu avec le manche pour tirer. Il existe une grande variété de ces gaffes mais celle qui est représentée sur la Fig. 164 est faite d'un

morceau de tôle forgée et découpée puis courbée pour former une douille. On perce des trous dans cette douille pour pouvoir fixer le fer sur un long manche. Le diamètre de la douille est d'environ 40 mm et la longueur du crochet de 180 mm.

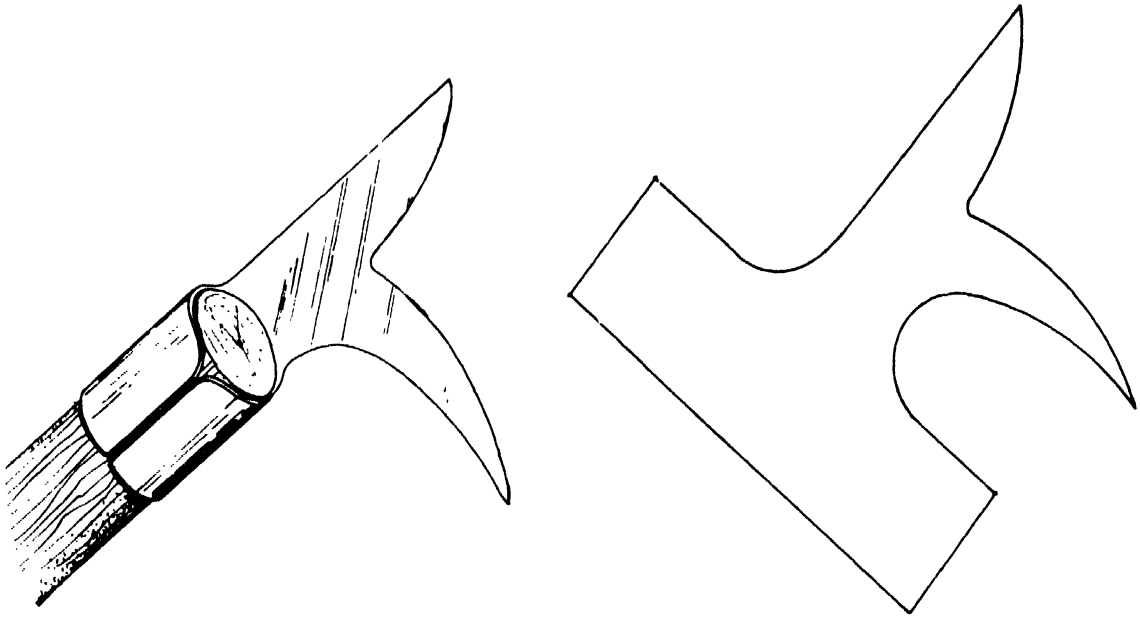


Fig. 164 - Croc en tôle métallique pour le flottage

METALLURGIE FONDAMENTALE ET FORGEAGE

Le problème majeur de la fabrication locale d'outillage forestier est d'obtenir puis de traiter correctement les matériaux convenables, particulièrement les métaux. Cela a été clairement mis en valeur par l'étude menée conjointement par le Bureau International du Travail (BIT) et le Bureau de Développement Forestier du Gouvernement des Philippines. Cette étude fut financée par la Finlande. La publication intitulée "Technologie appropriée dans la foresterie des Philippines" est le résultat de cette étude.

Ce rapport met l'accent sur le problème de l'irrégularité des matériaux pour les petits fabricants et son incidence sur les opérations forestières. L'étude montre que les salaires représentent 80% du coût total des opérations à forte intensité de main-d'oeuvre. Inversement, le coût de l'outillage dans de telles opérations est très bas. Si on augmente le coût des outils, on augmente également grandement leur qualité, et cette augmentation du coût sera amortie très rapidement. Les outils améliorés cassent moins; il y a donc moins de temps mort qui réduit la production des travailleurs. De mauvais outils ont également un effet démoralisant sur les ouvriers.

Le rapport signale également que les petits ateliers ne peuvent profiter de l'économie d'échelle pour produire de grandes quantités. Toutefois, il montre que si les matériaux utilisés par ces ateliers sont de bonne qualité et homogènes, ceux-ci voient leur production augmentée.

Etant donné que les petits ateliers ne peuvent se permettre les installations de traitements spéciaux, il est possible d'avoir un des ateliers convenablement équipé, comme on le voit aujourd'hui pour la soudure où dans certaines communautés un seul atelier de soudure travaille pour les autres.

Pour les Philippines par exemple, le coût d'un acier convenable et de son traitement thermique approprié s'élève de 50 à 80 pour cent de plus que le prix des matériaux utilisés actuellement; mais cela ne doit pas être considéré comme trop élevé quand l'amortissement n'est qu'un élément mineur du prix de revient, si on le compare au temps perdu ou aux pertes de production dues à l'emploi de mauvais outils.

Le tableau suivant énumère les principaux types de métaux employés pour les machines agricoles et forestières. Il décrit les pièces des machines normalement fabriquées à partir de ces différents métaux et comment on peut les reconnaître. Il indique pourquoi il est utilisé par le fabricant et suggère le traitement approprié de ces métaux pour les réparations. Cela s'applique également à la récupération de ces pièces pour la fabrication d'autres outils.

Principaux types de métaux rencontrés dans les machines agricoles et forestières

Type de métal	Parties de machines normalement faites avec ce métal	Caractéristiques du métal et comment le reconnaître	Raisons de leur emploi par les fabricants. Défauts courants	Traitement recommandé ou matériau pouvant servir à réparation
Fonte (grise, blanche)	Roues, pignons, transmissions, cliquets, supports, sabots de charrues, sabots de forets, embases de leviers, boîtiers de roulements	Rouille légèrement. Difficile à couper. Facile à percer. Les copeaux s'effritent. Casse facilement quand on le frappe ou le tord. Présente souvent des traces de moulage. Très rigide	Fabrication facile de formes irrégulières. Supporte les roulements et les pièces sans s'user. Lorsqu'il est détérioré, difficile à remettre en état.	Ne pas employer d'huile au perçage. Difficile à souder. Brasure facile. Lors du brasage, chauffer la pièce entière, refroidir lentement.
Fonte malléable	Moulage de leviers, fourchettes, boîtiers de roulements, semelles de barres de coupe, plantoirs, etc.	Semblable à la fonte mais peut se tordre légèrement. Supporte un certain martelage.	Usure régulière mais plus rapide que celle de la fonte. Résistance à la traction supérieure. Supporte le filetage pour faire des goujons.	Les mêmes que pour la fonte. Pas aussi cassant. Peut être fileté. Peut être coupée plus facilement. Plus tendre en surface.
Fer forgé	Boulons et entretoises dans certaines vieilles machines.	Résistant à la rouille, se coupe facilement, facile à percer.	Se travaille facilement. Peut être courbé en n'importe quelle forme. Grande résistance à la traction.	Se soude par n'importe quel procédé. Filetage et forgeage faciles.

Acier fondu	Transmissions et pignons, supports, sabots de charrues.	Difficile à couper et à percer. Rouille lentement. Prend un beau poli. Rigide et très résistant à la traction.	Peut prendre toutes sortes de formes. Coûteux. S'use lentement. On peut compter sur lui.	Se soude par n'importe quel procédé. Tient bien le filetage. Doit être chauffé et reformé lentement. Forger doucement. Tremper avec soin.
Acier extra-dur	Barres de coupe, disques, ressorts, ciseaux, forets. Clefs.	Rouille rapidement. Difficile à couper et à percer. Se trempe bien. Maintient bien sa forme. Grande résistance à la tension.	Coûteux. Peut être trempé pour les usages de résistance. S'use dans une certaine mesure.	Se soude par n'importe quel procédé. Peut être retrempé mais pas trop souvent. Forger doucement. Tient bien le filetage.
Acier doux	Sabots de charrues et autres pièces sujettes à usure.	Les mêmes que celles des aciers extra-durs.	Les mêmes que l'acier fondu. Cassant.	Les mêmes que l'acier fondu, mais forger et tremper avec davantage de soins.
Acier laminé à froid	Arbres de transmission et châssis quand une grande résistance est nécessaire.	Rouille facilement, facile à couper, à percer et à forger. Se tord facilement à froid.	Bonne résistance à l'usure comme arbre tournant. Bon marché. Se coupe facilement à la meule.	Se soude par n'importe quel procédé. Se forme et se forge facilement. Ne peut être trempé.

Acier laminé à chaud	Cornières et profils en U pour châsssis sujets à torsion ou à déformation.	Les mêmes que celles de l'acier laminé à froid.	Bonne tenue à l'usure et bonne rigidité. Cassant et se fatigue.	Les mêmes que celles de l'acier laminé à froid, mais peut être trempé légèrement.
Bronze et laiton	Paliers remplaçables.	S'use facilement. Couleur brillante de cuivre.	Remplaçable. S'ébrèche et se casse facilement.	Généralement moins coûteux à remplacer qu'à réparer.
Régule ou anti-friction	Garniture de paliers en fonte.	Couleur de plomb. Facile à couper	S'use régulièrement et peu. Fond à la chaleur.	Peu coûteux à remplacer pour les petits paliers.

Seuls les aciers à haute teneur en carbone peuvent être trempés. L'acier à outils contient de 0,5 à 1,5 pour cent de carbone et peut être durci en le chauffant au rouge et en le refroidissant rapidement dans l'eau. Les aciers à outils sont ceux que l'on appelle normalement les aciers au carbone et pratiquement toutes les parties travaillantes des outils sont faites avec ce métal.

Les aciers avec 0,5 pour cent de carbone sont dits aciers doux ou extra-doux. Ils ne peuvent normalement pas être durcis par trempage mais peuvent être durcis en surface par cémentation. La cémentation consiste à transformer la couche superficielle de l'acier doux ou même du fer forgé en acier au carbone tout en laissant la partie interne tendre mais résistante. L'avantage de la cémentation est que la surface du métal résiste bien à l'usure ou à l'abrasion sans que l'intérieur soit cassant. La cémentation ne convient pas pour les outils qui doivent être affûtés. On pratique la cémentation en chauffant de l'acier doux au contact de charbon de bois tout en le protégeant de l'oxydation par l'air. Le métal absorbe le carbone par sa surface sur une profondeur qui dépend du temps du chauffage.

Lorsque l'acier au carbone est chauffé à 750° et maintenu à cette température pour une certaine période, il est en état de durcissement. S'il est refroidi à l'air lentement, il revient à son état originel. S'il est refroidi rapidement, toutefois en partant d'une température de trempe, il reste durci même quand il est froid. La température de trempe est atteinte quand le métal a une couleur rouge cerise brillant (de l'ordre de 800°). Cet acier ne doit jamais être chauffé au jaune-rouge ou au blanc car le métal sera brûlé et inutilisable.

Si l'acier doit être recuit, il faut le chauffer au rouge cerise brillant puis le refroidir lentement. Le recuit élimine les tensions internes et le métal a moins tendance à fendre. Le durcissement des métaux et des outils doit toujours se faire à partir du métal recuit et la chaleur doit être progressive. Le métal à tremper doit être chauffé de façon uniforme et on ne doit pas distinguer de limite entre le rouge et le noir.

Lorsqu'on plonge l'acier dans le liquide (eau, saumure ou huile), on ne doit pas le retirer avant qu'il soit froid. Cette opération est essentielle lors de la trempe des aciers à haute teneur en carbone ou lors de la cémentation des aciers doux ou extra-doux. Les liquides de refroidissement sont maintenus à la température de la pièce afin d'éviter les conséquences du choc entre le métal incandescent et le liquide. Le taux de refroidissement dépend du point d'ébullition du liquide. L'eau bout à 100° et refroidit l'acier à coeur le plus rapidement. La saumure bout vers 107° et refroidit le centre du métal plus lentement. L'huile (vieille huile de moteur) ou les graisses ont un point d'ébullition très élevé, environ 150°, et refroidissent l'acier à coeur plus lentement. L'importance du taux de refroidissement réside dans le fait que plus le refroidissement est lent plus son noyau reste tendre. L'absence de dureté de la partie interne rend l'acier à outils solide et l'empêche de casser. La dureté extérieure de l'acier traité pénètre davantage quand il est trempé à l'eau et moins quand il est trempé à l'huile.

Pour tremper un acier dur cassant et lui donner une certaine dureté, il est nécessaire de le rechauffer. Au fur et à mesure que l'acier chauffe, sa surface brillante change de couleur et chaque changement de couleur correspond à un changement de dureté. Cette couleur est donc très importante car elle indique la température de l'acier. Traditionnellement, le forgeron travaille à l'intérieur de son atelier ou dans un endroit relativement sombre car il est plus facile d'observer la couleur de l'acier quand on le chauffe.

Si un morceau d'acier est d'origine inconnue, il faut le tester pour savoir ses possibilités de trempe. En meulant un échantillon, il se produit des étincelles. La méthode empirique est que l'acier mi-doux donne des étincelles sans éclat, alors qu'un acier à haute teneur en carbone produit des étincelles brillantes sautant nettement. Un autre moyen est de chauffer un échantillon dans un feu de charbon de bois jusqu'au rouge cerise, puis de le plonger dans l'eau à la température de la pièce. Le métal doit être de couleur gris perle. On le met dans un étau et on essaie de le limer avec une lime neuve: si la lime ne mord pas, l'acier est à haute teneur en carbone.

Brillant 220°	
Jaune pâle 220°	
Paille pâle 232°	Rasoirs
Paille moyen 245°	Mêches de villebrequins
Paille foncé 260°	Mêches et poinçons Ciseaux, lames de couteaux
Pourpre 279°	Ciseaux à froid, Axes, Scies circulaires
Bleu 298°	Scies pour bois, ressorts voitures, camions
Gris vert à noir 315°	

Forges et soufflets

Une forge est un foyer ouvert dans lequel le forgeron fait du feu et chauffe son métal. La chaleur ramollit le métal, le transformant en une matière malléable qu'il est facile de travailler. Le feu modifie également la structure cristalline du métal et modifiant donc ses propriétés physiques.

Ce qu'il faut pour une forge est une cavité dans laquelle on puisse faire du feu et injecter de l'air pour contrôler l'allure de la combustion. Le foyer de la forge peut être fait en argile et construit sur un support en bois ou en métal. On peut utiliser un vieux tambour de frein de camion, un morceau de tube de caniveau ou un vieux tonneau à essence ou à huile.

Un soufflet ou un ventilateur est nécessaire pour fournir l'air à la base du foyer. Un vieux soufflet de forge est l'idéal mais on peut s'arranger d'un vieux ventilateur de voiture qui peut être alimenté par une batterie de 12 V, d'un vieux séchoir à cheveux ou d'un soufflet quelconque.

Les soufflets furent les premiers moyens de fournir l'air aux forges et il en existe bien des formes. La base de tout soufflet est la soupape à sens unique qui permet au soufflet de se remplir d'air mais de ne pas le laisser s'échapper (Fig. 165). Cette soupape n'est rien de plus qu'une ouverture recouverte par un morceau de cuir flexible ou un morceau de caoutchouc.

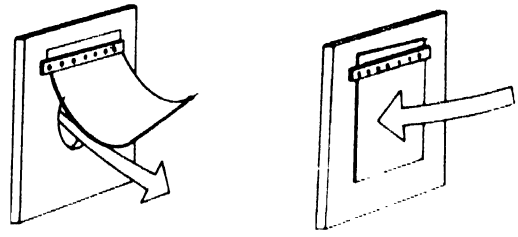


Fig. 165 - Soupape à sens unique

Le schéma général d'un soufflet actionné à la main est donné Fig. 166. Pour les grandes forges, la planche inférieure peut être fixée dans la forge tandis que la partie supérieure seule est mobile.

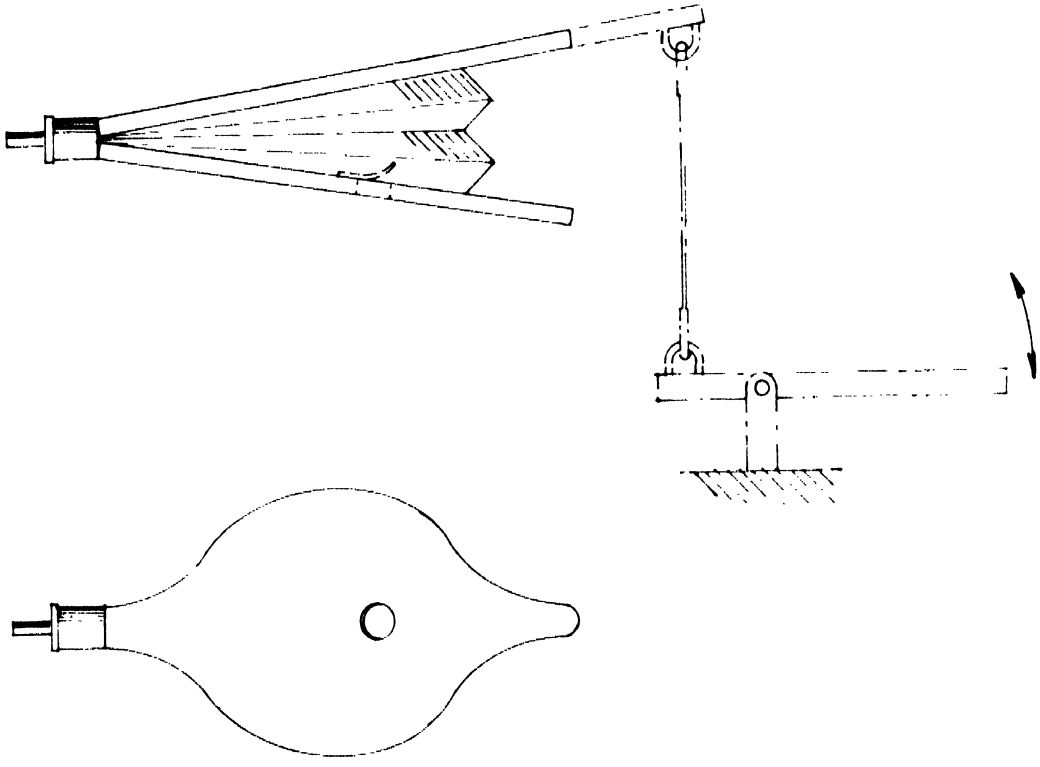


Fig. 166 - Soufflet actionné à la main

Dans ce cas, le manche est allongé pour donner davantage de levier au soufflet. Les côtés du soufflet sont faits de cuir, ou de feuille de caoutchouc résistant (vieille chambre à air de camion), collé et cloué avec des semences sur le chant des faces de bois de manière à assurer l'étanchéité.

Une autre forme de soufflet est actionnée par un levier. En abaissant le levier on soulève le fond du soufflet. Cela ferme la soupape et oblige l'air à sortir par la tuyère. Quand on relâche le levier, le dessus du soufflet descend, la soupape s'ouvre et l'air pénètre à l'intérieur du soufflet. Le manchon du soufflet dans lequel s'insère la tuyère (un morceau de tuyau) est fait d'un morceau de bois rond. Il est fixé au-dessus et au-dessous du soufflet par des charnières et recouvert de cuir ou de caoutchouc pour le rendre étanche à l'air.

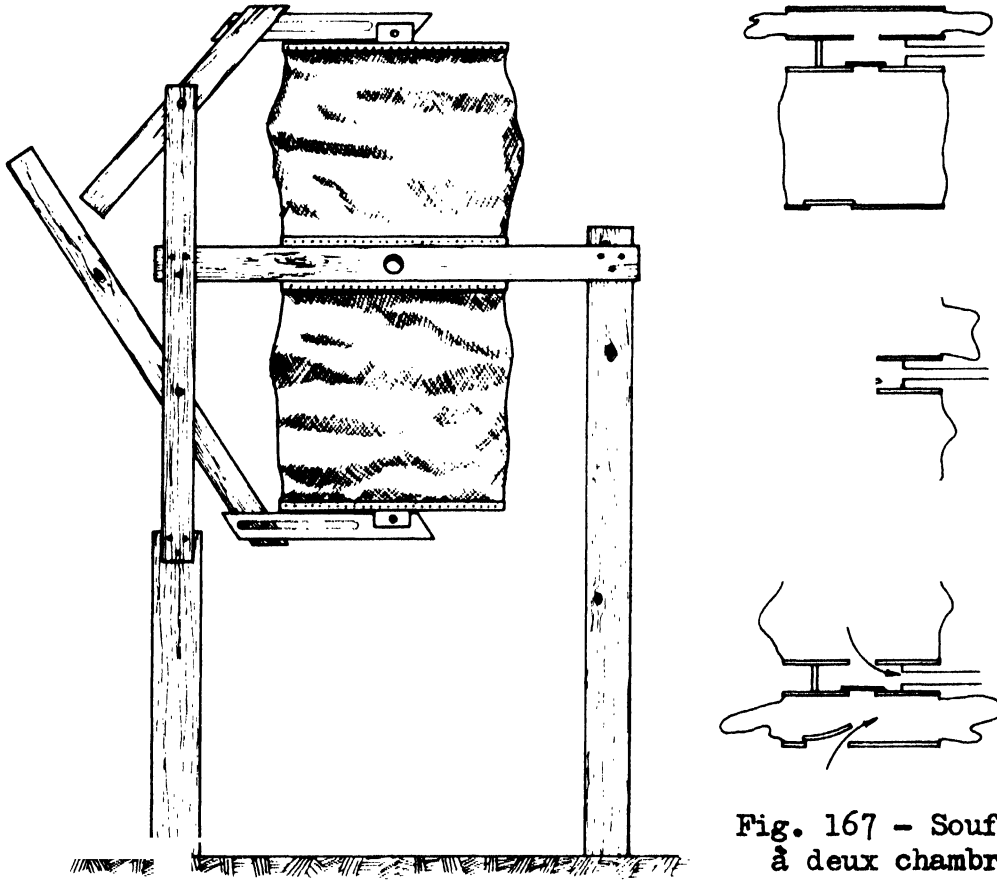


Fig. 167 - Soufflet à deux chambres

Le soufflet jusqu'ici décrit ne fournit de l'air que par intermittance. L'air arrive par à-coups. Si on veut un flux continu, il faut un soufflet à deux chambres, l'une des chambres se vidant de son air par la tuyère pendant que l'autre chambre se remplit. Le soufflet représenté par la Fig. 167 est divisé en son milieu par un diaphragme en bois muni d'une soupape s'ouvrant sur la chambre haute. De ce fait, le dessous du soufflet est muni

également d'une soupape permettant le remplissage de la chambre basse par de l'air venu de l'extérieur, et ensuite l'alimentation de la chambre haute. Une pierre ou un poids léger placé sur le dessus du soufflet maintiendra la pression dans la chambre haute et fera fermer la soupape du milieu. La seule possibilité de l'air est de sortir par la tuyère.

Enclumes

La hauteur d'une enclume doit être telle que le forgeron debout à son côté puisse placer ses doigts allongés sur la surface. L'enclume idéale doit être lourde, peser de l'ordre de 70 kg et fixée solidement sur la face supérieure d'une grume de bois dur enfoncée d'au moins un mètre dans le sol (Fig. 168).

Fig. 168 - Enclume bien installée

On peut faire une petite enclume très pratique au moyen d'un morceau de rail en lui donnant la forme habituelle (Fig. 169). Une telle enclume n'est pas destinée à remplacer une enclume lourde normale mais sera très utile pour les travaux légers. En raison de son poids elle est facilement transportable.

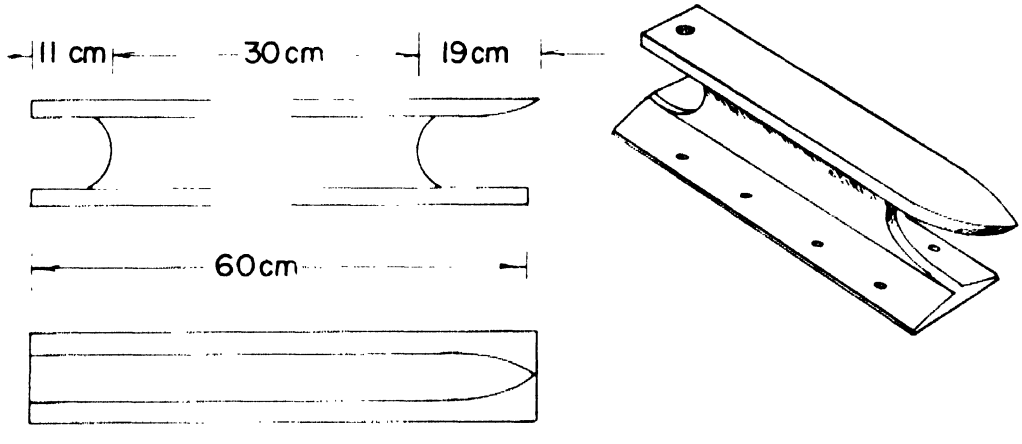
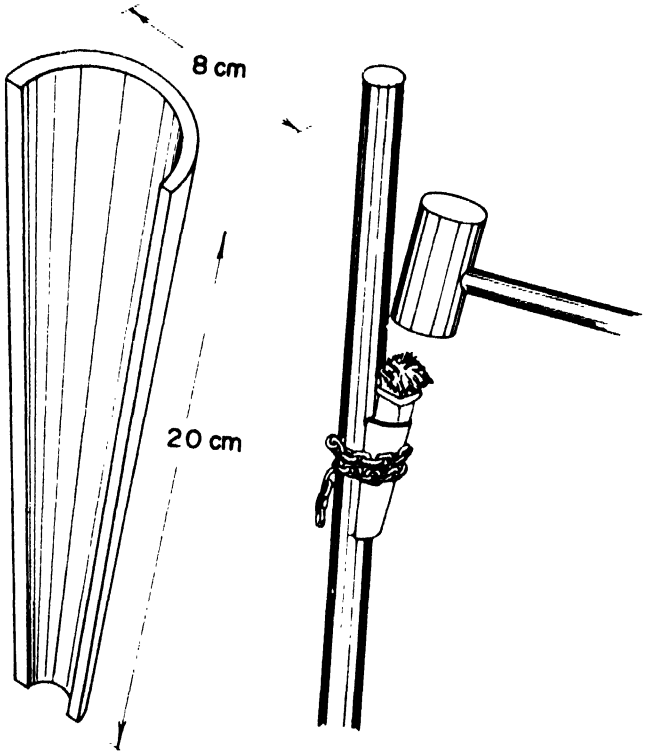


Fig. 169 - Petite enclume faite avec un morceau de rail de chemin de fer

DIVERS

Appareil à battre les piquets

Il arrive parfois qu'il faille enfoncer des pieux longs et minces dans le sol. On ne peut les battre au sommet car ils sont trop minces et flambent. On utilise alors un appareil constitué par un coin que l'on attache au poteau à hauteur de la ceinture avec un morceau de chaîne et sur lequel on frappe, ce qui enfonce le piquet. Le coin peut être fait avec une pièce d'acier creuse, décroissante et concave d'un côté. Elle doit avoir environ 20 cm de long et 8 cm de large. On peut ajouter des nervures sur le côté concave ce qui aide à maintenir le coin contre le piquet.



Un coin de bois de 16 cm de long et muni d'un anneau de métal à son sommet pour éviter la fente est inséré dans la partie creuse du socle métallique. Une chaîne de 120 cm de long est enroulée autour du piquet et le coin est mis en place. Si l'usage de cet appareil est sporadique, l'utilisateur peut se contenter d'un coin tout en bois avec le même résultat. Toutefois, ces coins se détériorent beaucoup plus rapidement que ceux munis d'une douille métallique.

Fig. 170 - Appareil à battre les piquets

Appareil à battre les pieux

Pour enfoncer les pieux qui ont un diamètre suffisant pour être battus sur leur sommet, on peut fabriquer un appareil très simple, utilisable par un homme seul ou par deux, avec un simple morceau de tube. On prend une longueur de 75 cm de tube à paroi épaisse de 15 cm de diamètre que l'on ferme à une de ses extrémités. Cela peut se faire en taraudant l'intérieur du tube

et en vissant un bouchon, ou en soudant une plaque. De chaque côté du tube, on soude une barre de fer de 2,5 à 3 cm de diamètre pour former des manches. En employant le principe du piston, le batteur soulève le tube et le laisse retomber sur le sommet du pieu.

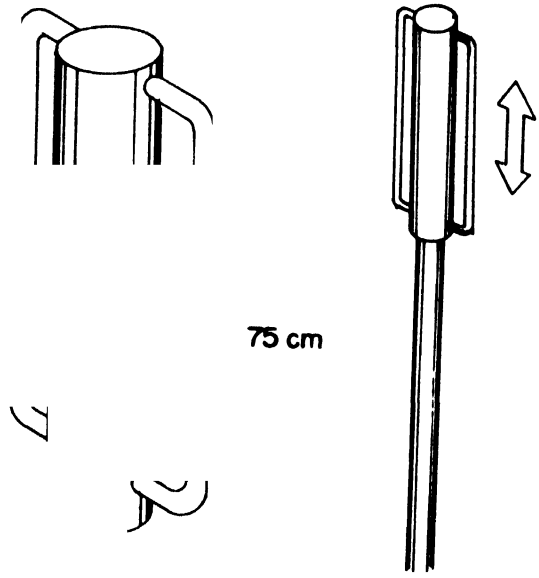


Fig. 171 - Appareil à battre les pieux

Plaques de métal pour assembler les chaînes

Lorsqu'une chaîne casse au cours du travail en forêt, ou si on doit réunir rapidement deux morceaux de chaîne, deux plaques de métal et deux boulons peuvent remplacer un maillon d'assemblage. Les plaques doivent être percées aux deux extrémités pour laisser passer les boulons qui doivent entrer largement dans les maillons des chaînes. Il est bon d'emporter un tel assemblage partout où l'on utilise des chaînes (Fig. 172).

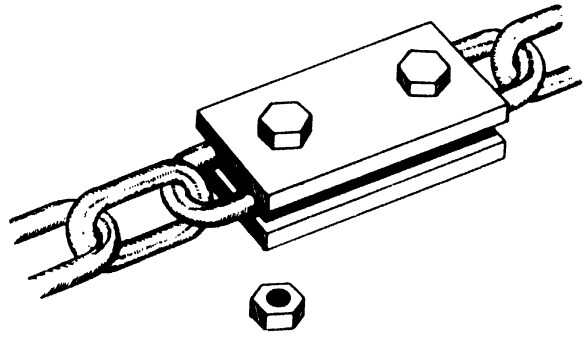


Fig. 172 - Assemblage pour chaîne fait de deux plaques

Déplacement de lourdes pierres

On a souvent besoin, dans les travaux forestiers, de grosses pierres soit pour remplir les piles de culées de pont, soit pour les digues. Elles peuvent être disponibles sur place ou il peut être nécessaire de les charger sur camions pour les transporter jusqu'au lieu d'utilisation.

Les pierres qui sont trop lourdes ou peu maniables pour être déplacées à la main peuvent être déplacées au moyen d'une vieille chaîne de pneu dont les deux bouts sont attachés par des anneaux

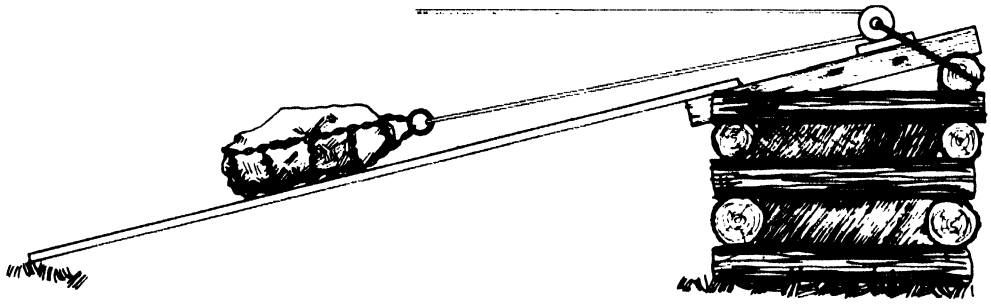


Fig. 173 - Déplacement de lourdes pierres
avec une vieille chaîne de pneu

en fer de 7,5 cm de diamètre. La vieille chaîne sert d'élingue et l'anneau d'émerillon. En employant un câble et une poulie on peut tirer les pierres sur un madrier ou sur des longerons en utilisant la force animale ou simplement à la main (Fig. 173).

Sciage de planches avec une scie à chaîne

Un madrier de 5 cm d'épaisseur et 25 cm de largeur est fixé sur le dessus d'une grume avec des crampons. Un fer cornière de 2,5 cm de côté est cloué ou boulonné en position inversée le long d'un des côtés du madrier. Il sert de guide à un accessoire très simple fixé sur la scie à chaîne. La scie est maintenue en position de façon à ce que sa lame soit à angle droit avec le madrier. La scie est poussée à la main le long du madrier et la lame coupe la grume en planches. Le madrier guide doit être remis en place à chaque trait mais cela ne demande que peu de temps et d'effort tout en permettant une fixation précise de l'épaisseur des planches.

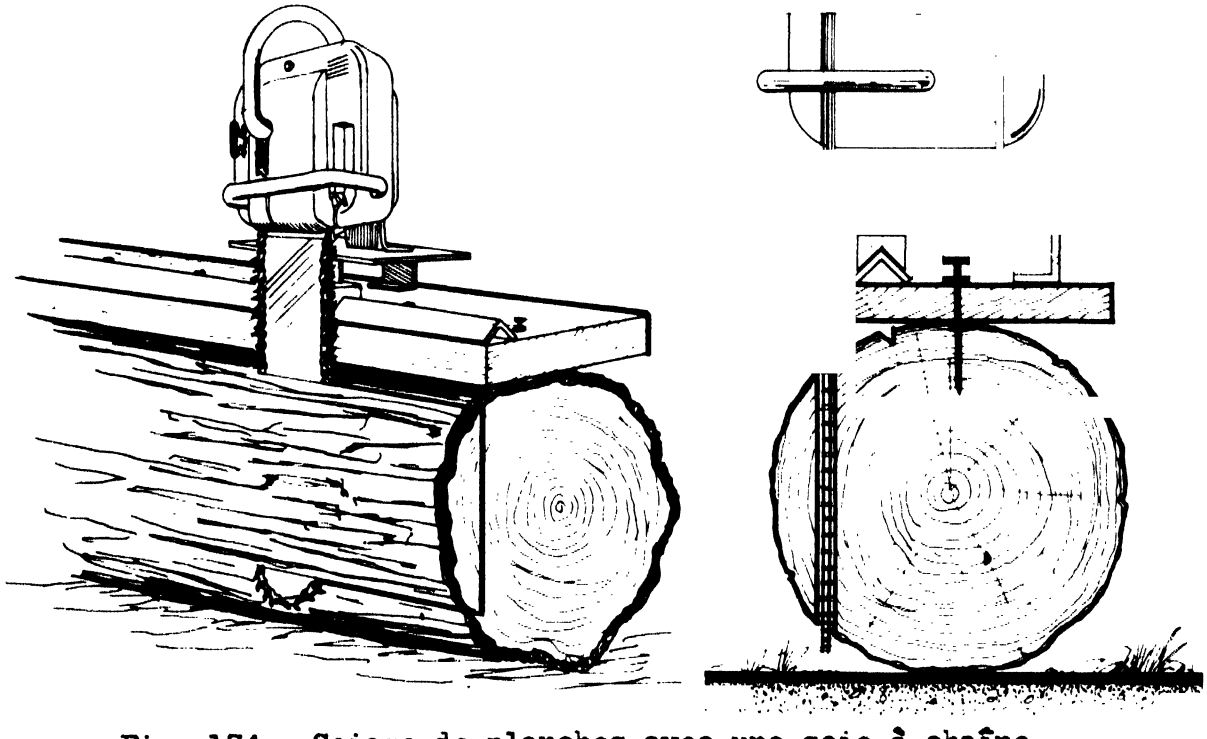


Fig. 174 - Sciage de planches avec une scie à chaîne

Arrachage des souches

Un arracheur de souches ayant la forme d'un grand maillet et les mesures indiquées augmente la force de traction de l'utilisateur et la multiplie par 6. Les dimensions peuvent être modifiées selon la situation locale (Fig. 175).

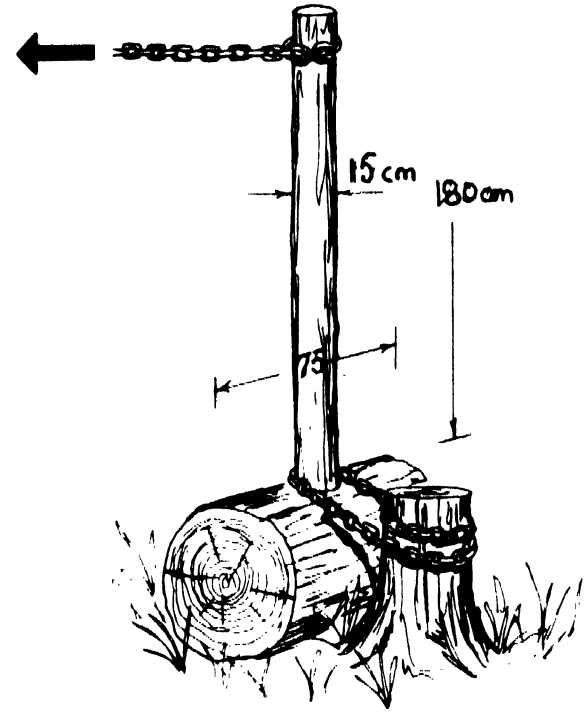


Fig. 175 - Arracheur de souches

Lorsqu'on arrache une souche, il faut dégager les racines et les couper car cela réduit sérieusement l'effort nécessaire à l'arrachage.

BIBLIOGRAPHIE

GENERALITES

Chandra, R. 1978 Indian experience in the development and use of simple forestry tools. 8th World Forestry Congress, Group III, special paper. October.

Fobes, E.W. 1949 Improved log loading tongs. Equipment Survey Notes, U.S. Forest Service. Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, Rep. No. R 1637-33. June.

Fobes, E.W. 1949 Hand operated sulky. Equipment Survey Notes, U.S. Forest Service. Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin. Rep. No. R 1637-48. December

Gottlieb, Franz 1964 Timber transport and handling - from forest to sawmill. OECD. Paris, France.

Goulet, Denis 1975 The paradox of technology transfer. Bulletin of the Automatic Scientist. June

Hanlon, J. 1977 Does A.T. walk on plastic sandals? New Scientist. May 26.

Hoda, M.M. 1976 India's experience and the Gandhian tradition. Appropriate Technology, Problems and Promises. Development Centre, OECD. Paris, France

Illich, Ivan 1973 Tools for conviviality. Harper and Row, New York.

Jackson, W.H. and Ethel Dassow. Handloggers. Alaska Publishing Company. Anchorage, Alaska, 99509.

Kantola, M. 1978 The development of simple tools for forestry work. 8th World Forestry Congress, Item 13. October.

Koroleff, A. 1956 Wire skidding of wood down steep slopes. Forestry Equipment Notes. C-15-56. FAO. October.

McCullagh, James, C. 1977 Pedal power. Edited by J.C. McCullagh. Rodale Press Inc., Emmaus, Pa. 18049. Copyright 1977 Rodale Press Inc.

Ohlsson, Bo. 1976 Forestry's potential for employment., FO:MISC/76/14. FAO. Rome. September.

Ryan, John Julian 1972 The humanization of man. Newman Press, 1865 Broadway, N.Y. 10023.

Schenk, C.A. 1924 Forest utilization in Europe. The News Print Service Bureau, New York City, N.Y.

Sundberg, Ulf 1979 An analysis of mechanization in forestry - a method study.

OUTILS TRANCHANTS

Anon. The handi-girdler. Utility Tool and Body Company, Marion, Wisconsin.

Anon. 1962 La hache du bûcheron. Recueil technique de l'exploitant forestier. Centre technique forestier tropical. Juillet.

Anon. 1979 Reports on the ADB/ILO/Finnida Regional Seminar on the Application of Appropriate Technology in Forestry and Forest Industries. Part 1, Summary of Procedures; Part 2, Opening day addresses and technical background papers, Manila. January.

Arcand, R.D. 1976 Log building tools and how to make them. Firefly Books Ltd., Thornhill, Ontario. Canada.

Bealer, Alexander 1980 Old ways of working wood. The techniques and tools of a time. Howard Craft. Barre, Massachusetts.

Blackburn, Graham 1974 The illustrated encyclopedia of woodworking hand tools, instruments and devices. Simon and Schuster, New York, N.Y.

Blandford, P.W. 1976 Country craft tools. Funk and Wagnalls, New York.

Brochocki, J.A. 1963 Useful employment of old fire hose. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 529, Montreal. Canada.

Bromley, W.S. 1949 Explosive wedge. American Pulpwood Association. Equipment Handbook Release 62. September.

Bubel, J. and N. Bubel 1977 Working wood. Rodale Press, Emmaus, Pa.

Carriere, Edouard 1957 Motorized grindstone. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1688. February. Montreal. Canada

Crowther, R.E. and I. Toulmis-Rothe 1963 Felling and converting thinnings by hand. U.K. Forestry Commission Booklet No. 9. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh. U.K.

de Whalley, A.J. 1957 Modified girdling tool. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1734 (B-7-d). December. Montreal. Canada.

Dosne, J.E. undated Portable power - operated grindstones for axes. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1452 (B-7-b). Montreal. Canada.

Fiskars, Ab. Fiskars for forestry. Helsinki
1980

Fossa, H, et al. Manual de herramientas de explotación
1974 forestal. Instituto Forestal. Santiago. Chile.

Frisk, Torsten Manual de herramientas de explotación forestal.
undated Instituto Forestal. Santiago. Chile.

Hadley, E. Pulp hook. Canadian Pulp and Paper Association.
1957 Woodlands Section, Index No. 1682 (B-7-b). Montreal. Canada.

Hogg, Gary. Country crafts and craftsmen. Hutchinson, London.
1959 U.K.

Hynes, Norbert Axe handle faster in axehead. Canadian Pulp and
undated Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1127. Montreal. Canada.

ILO Appropriate technology in Philippine forestry.
1977 Report of the Joint Philippine Bureau of Forest Development/ILO/Government of Finland Project. ILO/Finland/73/PHI/1.

ILO Selection and maintenance of logging hand tools.
1970 Geneva. Switzerland.

Jourdain, Alex Adjustable saw horse. Canadian Pulp and Paper
undated Association. Woodlands Section, Index No. 1130 (B-3). Montreal. Canada.

Kantola, Mikko Metsämiehen Työkalyopas. Työtahoseuran
1948 Julkaisuja No. 49. Helsinki. Finland.

Kantola, Mikko and Olavi Puoskari Metsämiehen Hakkuuopas.
1954 Työtenhoseuran Julkaisuja No. 70. Helsinki. Finland.

Kantola, Mikko Metsämiehen Hokkuuopas Työtenhoseuran
1957 Julkaisuja No. 80. Helsinki. Finland.

Koroleff, Alex M. Pulpwood cutting - efficiency of technique.
1941 Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 630. Montreal. Canada.

LaFlamme, Emergy Axe handle remover. Canadian Pulp and Paper
undated Association. Woodlands Section, Index No. 1232 (B-7-b). Montreal. Canada.

Lambert, Marcel and Gaston Plamondon Cleaning spade for tractors.
undated Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1571 (B-8-f). Montreal. Canada (modified as barking tool).

Massicote, E.W. undated — How to push over a leaning tree. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1224 (B-7-a). Montreal. Canada.

Miller, Warren 1978 — Crosscut saw manual. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Missoula. Montana.

Ross Lester 1976 — Fort Vancouver 1829-1860. U.S. Department of the Interior, National Park Service. Washington. D.C.

Salveson, H.E. 1959 — Management Science, Vol. 5, No. 3. April.

S.D.A. 1953 — Handbok För Huggare. Stockholm. Sweden.

Simmons, C.W. 1914 — Cutting and logging equipment for farm forestry work. Agricultural and Mechanical College of Texas, College Station. Texas. U.S.A.

Simmons, Fred C. 1946 — Northeastern loggers' handbook. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Philadelphia. Pa.

Simmons, Fred C. 1962 — Logging farm wood crops. U.S. Department of Agriculture, Farmers' Bulletin No. 2090. Washington, D.C.

Strehlke, B. 1968 — Guide to safety and health in forestry work. ILO. Geneva. Switzerland.

Watson, Aldren 1979 — The six foot two-man crosscut. Blair and Ketchum's Country Journal.

Whalen, T.F. undated — Grindstone. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1127 (B-7-b). Montreal. Canada.

Wiggintow, Eliot 1979 — Foxfire. Anchor Books, Garden City, New York. N.Y.

LEVIERS, CROCHETS ET PINCES

Adkins, Jan 1980 — Moving heavy things. Houghton & Mifflin. New York. N.Y.

Anon. 1970 — Selection and maintenance of logging hand tools. ILO. Geneva. Switzerland.

Arcand, R.D. 1976 — Log building tools and how to make them. Fire-fly Books Ltd., Thornhill, Ontario. Canada.

Bromley, W.S. 1952 Dixie log jack. American Pulpwood Association Equipment Handbook, Release No. 105. March.

Fobes, E.W. 1949 Improved log loading tongs. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Improved harvesting methods equipment survey notes. R 1637-33.

Forrester, S. 1962 Aids to working conifer thinnings. U.K. Forestry Commission Booklets No. 8. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh. U.K.

Hadley, E. 1957 Pulphook. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1682. February.

MacDonald, Françoise, A. 1973 Mechanics for movement. Notes for physiotherapy students. G. Bell & Sons Ltd., London. England.

McKinnon, Duke undated Home-made pickeroon. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1186 (B-11). Montreal. Canada.

Mason, Bernard 1945 The book for junior woodsmen. A.S. Barnes and Company, New York. N.Y.

Norden, Bernat 1977 Skogspratikan. Skogsägeren, No. 2. February.

Simmons, F.C. 1946 Northeastern loggers' handbook. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington. D.C.

Von Kaufmann, Inzell 1952 Zubringen von Holz im Hochgebirge. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München. FRG.

EXTRACTION

Blair, R. 1953 Keelean pulpwood dray. American Pulpwood Association, Equipment Handbook, Release 163. July.

Blessing, Kurt 1979 Aufarbeitung und Bereitstellung der Holzhof - Sortimente. Allgemeine Forst Zeitschrift No. 23. June

Bromley, W.S. Logging road mats. American Pulpwood Association, Equipment Handbook, Release No. 66. November.

Bryant, Ralph C. 1923 Logging. John Wiley and Sons, Inc., New York. N.Y.

Cermak, F.I. and Lloyd, A.H. Timber transportation in the tropics. Unasylva, Vol. 16, Nos. 2, 3 and 4, FAO. Italy.

Cornelius, D.W. and J. Bradley. Consideration for the use of oxen
1974 for the main extraction of pulpwood from the Viphya Project Forest. February/March.

Crowther, R.E. Extraction of conifer thinnings. U.K. Forestry
1964 Commission. Booklet No. 11. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh. U.K.

Fobes, E.W. Hand operated sulky. U.S. Department of Agriculture,
1951 Forest Service, Forest Products Laboratory. Improved Harvesting Methods. Equipment Survey Notes R 1637-48.

Fobes, E.W. Inexpensive logging incline. U.S. Department of
1947 Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Improved Harvesting Methods. Equipment Survey Notes R-1637-20.

Fobes, E.W. Plank roads. U.S. Department of Agriculture, Forest
1953 Service. Improved Harvesting Methods. Equipment Survey Notes R 1637-53.

Gignac, Ted. Skidding cradle. Canadian Pulp and Paper Associa-
1963 tion. Woodlands Section, Index No. 2269. December. Montreal. Canada.

Guerin, Robert Firewood sleigh. Canadian Pulp and Paper Associa-
undated tion. Woodlands Section, Index No. 1187. Montreal. Canada.

Holekamp, J.S. Bunching pulpwood with mules. American Pulpwood
1952 Association, Equipment Handbook, Release No. 109. April.

Koroleff, Alex, M. Pulpwood skidding with horses - efficiency of
1943 technique. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 694. Montreal. Canada.

Ndisale, B.M. Oxen logging. Personal communication to Forindeco,
1978 Department of Forestry, Lilongwe 3. Malawi.

Peltonen, Testu Onko Puutavaran Hevoskuljetuksella Mahdolli-
1980 suuksia? Tyotehosenra 3, Helsinki. Finland.

Quaile, T.H. Fire pump toter. Canadian Pulp and Paper Associa-
undated tion. Woodlands Section, Index No. 1458 (F.3), Montreal. Canada.

Rawlinson, A.S. Norwegian timber extraction methods. U.K.
1967 Forestry Commission. Research and Development Paper, No. 52. July.

Salkeld, W.B. 1946 Curadeau portable pulpwood chute. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 847. May.

Samset, Ivar 1979 Forces and powers in winch and cable systems.

Samset, Ivar 1981 Winch- and cable systems in Norwegian Forestry.

Schneck, Carl A. 1924 Forest utilization in Europe. The Newspring Service Bureau, New York. N.Y.

Simmons, Fred C. 1946 Northwestern loggers' handbook. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Philadelphia. Pa.

Skaar Reidar 1981 The use of hand-sulkies in logging. IUFRO.

Von Kaufmann, I. 1952 Zubrigen von Holz im Hochgebirge. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München. FRG.

Von Ubisch, J. Manueliser u-Landsskog - brukets Driftsopplegg.

Willett, W.W. 1961 Aluminum pulpwood chutes. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 2105 (B-8-h). Montreal. Canada.

EMPILAGE ET CHARGEMENT

Allouard, P. Le chargement des grumes. Recueil technique de l'exploitant forestier.

Conde, A.V. 1968 Manual de explotación forestal.

Fobes, E.W. 1947 Use of tongs to anchor skidders. U.S. Department of Agriculture, Laboratory Equipment Survey Notes. Dec.

Gottlieb, Franz 1964 Timber transport and handling - from forest to sawmill. OECD. Paris. France.

ILO 1977 Appropriate technology in Philippine forestry. Report of the Joint Philippine Bureau of Forest Development/ILO/Government of Finland Project.

Jourdain, R. 1957 Piling jack. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1687. February. Montreal. Canada.

Lepitre, Claude 1960 Grue à béquilles. Revue Bois et Forêts des Tropiques, No. 69. Janvier-février.

Vidal, Emilien 1959 Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1835. Montreal. Canada.

TRANSPORT

Anon. undated Animal drawn cart. Vita Technical Bulletin No. 40. Volunteers in Technical Assistance, Mt. Rainier. Massachusetts.

Fleming, W.C. 1957 Device for removing stones from between dual tyres on tandem trunks. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1761. Montreal. Canada.

Fobes, E.W. 1947 Sliding jammers. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Rept. No. R 1637-23, Madison. Wisconsin.

Gottlieb, Franz 1964 Timber transport and handling - from forest to sawmill. OECD. Paris. France.

Gray, Melvin 1963 Double edge brush cutter. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 2230. Montreal. Canada.

Houde, L.J. 1962a Chain binder. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 560. Montreal. Canada.

Houde, L.J. 1962b Chain binder. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 2149. May. Montreal. Canada.

Hudson, D.W. undated Plug boom. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section. Index No. 1178 (B-9-e). Montreal. Canada.

McMorran, E. 1957 Device for starting heavy loads with snowmobile. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1686. February. Montreal. Canada.

Murray, A.C. 1956 Simple method of raising a truck to change a front tyre. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1538. January. Montreal. Canada.

Segerström, G. 1979 Water transport of wood in the tropics, IUFRO

Skaar Reidar 1981 The use of hand-sulkies in logging. IUFRO World Congress 1981.

Sloan, Eric 1964 A museum of early American tools. Ballantine Books. New York. N.Y.

Willet, W.W. 1960 Rock remover. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1988. June. Montreal. Canada.

FORGEAGE ET METALLURGIE FONDAMENTALE

Andrews, Jack 1977 Edge of the anvil - a resource book for the blacksmith. Rodale Press, Emmaus. Pa.

Furlatt, C. undated Small anvil. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1120 (B-11). Montreal. Canada.

Gentry, George 1950 Hardening and tempering engineers' tools. Argus Books Ltd., Watford. Hertfordshire. England.

Smith, Bradley 1966 Blacksmith's and farriers' tools at Shelburne Museum, Inc., Shelburne. Vt. USA.

Pehoski, Joe 1973 Blacksmithing for the home craftsman. Peaceable Kingdom School, Washington. Texas.

Watson, Aldren 1968 The village blacksmith. Thomas Crowel Co., New York. N.Y.

DIVERS

Anon. 1954 Stake driver. FAO Equipment Note A3-54. July. Rome. Italy.

Anon. 1959 Manual post driver. FAO Equipment Note A16-59. April. Rome. Italy.

Fortier, J.E. 1958 Metal plate chain link. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1782. September. Montreal. Canada.

Girard, Jean 1957 Aid to rock loading of cribs. Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, Index No. 1741. December. Montreal. Canada.

Mason, Bernard 1945 The book for junior woodsman. A.S. Barnes and Co., New York. N.Y.

Segerström, G. 1981 Intermediate technology in forestry, IUFRO World Congress.

Shakespeare, M. and Pair, R.H. 1977 West Coast logging 1840-1910. National Museums of Canada, History Division, No. 22, Ottawa. Canada.